



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de
Fluidos

Diseño de un sistema de aire acondicionado para un
restaurante ubicado en la ciudad de Lima

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Edgar Napoleón HUANCA ESQUÍA

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huanca, E. (2016). *Diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurante ubicado en la ciudad de Lima*. [Monografía Técnica de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

1165



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO DE FLUIDOS POR LA MODALIDAD
MS, SUFICIENCIA PROFESIONAL

92.m

89

Siendo las 8:00 a.m del día jueves 16 de junio de 2016 en el Aula 205 de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Ing. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS y con la asistencia del Ing. ADOLFO LOZADA PEDRAZA y del Ing. ELISEO PAEZ APOLINARIO, miembros del Jurado Examinador de Monografía Técnica, de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de titulación profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Monografía Técnica en la que el Bachiller EDGAR NAPOLEÓN HUANCA ESQUIA puso a consideración del Jurado Examinador su trabajo de Monografía Técnica como parte de los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos por la Modalidad MS, Suficiencia Profesional.

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente e invitó al Bachiller EDGAR NAPOLEÓN HUANCA ESQUIA, a realizar la exposición de su trabajo titulado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN RESTAURANTE UBICADO EN LA CIUDAD DE LIMA" durante un tiempo de 30 minutos.

Concluida la exposición del candidato, y luego de las preguntas de rigor de parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación correspondiente. Se procedió a promediar la nota final obtenida en los cursos del Ciclo de Actualización Profesional (CAP), y el resultado se promedió a su vez con la nota de sustentación de la monografía para hallar el promedio final.

Al término de la deliberación del jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida, la misma que fue:

QUINCE 15

El Presidente del Jurado Examinador, Ing. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller EDGAR NAPOLEÓN HUANCA ESQUIA Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 08:44 horas del mismo día, se levantó la sesión.

Ing. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS
Presidente de Jurado Examinador

Ing. ADOLFO LOZADA PEDRAZA
Miembro de Jurado Examinador

Ing. ELISEO PAEZ APOLINARIO
Miembro de Jurado Examinador

INDICE

RESUMEN.....	1
---------------------	----------

CAPITULO I

Generalidades

1.1 Introducción.....	3
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Planteamiento del problema.....	4
1.4 Objetivo general.....	4
1.5 Objetivos específicos.....	4
1.6 Justificación del estudio.....	4
1.7 ubicación.....	5

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1 Generalidades.....	6
2.1.1 Acondicionamiento del aire.....	6
2.1.2 Aplicaciones del aire acondicionado.....	7
2.1.3 Casos típicos de confort humano.....	7
2.1.4 Conceptos de aire acondicionado	8
2.1.4.1 Calor.....	9
2.1.4.1.1 Calor sensible.....	10
2.1.4.1.2 Calor latente.....	10
2.1.4.2 Temperatura.....	10
2.1.4.2.1 Temperatura de rocío.....	10
2.1.4.2.2 Temperatura del bulbo húmedo.....	11
2.1.4.2.3 Temperatura de punto seco.....	12
2.1.4.3 Transferencia de calor.....	13
2.1.4.3.1 Por conducción.....	13

2.1.4.3.2 Por convección.....	13
2.1.4.3.3 Por radiación.....	14
2.2 Estudio del Balance térmico.....	14
2.2.1 Introducción.....	14
2.2.2 Balance térmico.....	15
2.2.3 Calculo del balance térmico.....	16
2.2.4 Carga térmica generada a través de las paredes, techos y vidrios.....	17
2.2.5 Carga térmica generada a través del piso, divisiones y cielos rasos.....	19
2.2.6 Carga térmica generada por radiación solar a través de vidrios.....	20
2.2.7 Carga térmica generada por alumbrado y equipos.....	21
2.2.7.1 Carga térmica por equipos.....	21
2.2.8 Carga térmica generada por personas	21
2.2.9 Transferencia de calor a los alrededores.....	22
2.2.10 Transferencia de calor por ventilación.....	23
2.2.11 Transferencia de calor por infiltración.....	23

CAPITULO III

Cálculo térmico

3.1 Condiciones de diseño.....	25
3.2 Localización y área del proyecto.....	25
3.3 Condiciones interiores y exteriores.....	26
3.4 Calculo de la carga térmica.....	37
3.4.1 Condiciones de diseño interiores y exteriores del restaurant.....	37
3.4.2 Metodología del cálculo térmico.....	38
3.4.3 Carga térmica generada a través de las paredes, techos y vidrios.....	43
3.4.4 Carga térmica generada por conducción a través de vidrios externos.....	46
3.4.5 Carga térmica generada a través de paredes internas.....	46
3.4.6 Carga térmica generada de la radiación a través de los vidrios externos.....	47
3.4.7 Carga térmica generada a través de las luminarias	48
3.4.8 Transferencia de calor a través de las personas.....	50
3.4.9 Transferencia de calor a través de equipos.....	51

3.4.10 Transferencia de calor a los alrededores.....	52
3.4.11 Transferencia de calor por infiltración.....	50
3.5 Resultados.....	57
3.5.1 Calculo de la carga térmica en el mes de Marzo.....	57
3.5.2 Calculo de la carga térmica en el mes de Febrero.....	63

CAPITULO IV

Selección de equipos

4.1 Selección de equipos de aire acondicionado.....	69
4.2 Características y medidas de los equipos de aire acondicionado.....	70

CAPITULO V

Evaluación económica

5.1 Costos de los equipos y de la instalación del sistema de aire acondicionado.....	72
5.2 Metrado y costos de la tubería de agua helada del sistema de aire acondicionado.....	73
5.3 Metrado de los ductos metálicos, rejillas y difusores para el sistema de aire acondicionado.....	73

Conclusiones	75
Recomendaciones	76
Bibliografía	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del aire.....	9
Tabla 2. Tasas máximas de infiltración para diseño a través de ventanas y puertas exteriores.....	24
Tabla 3. Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2015.....	26
Tabla 4. Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2015.....	27
Tabla 5. Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2015.....	28
Tabla 6. Temperatura Máximas y Mínimas del Enero del 2016.....	29
Tabla 7. Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2016.....	30
Tabla 8. Temperatura Máximas y Mínimas del Marzo del 2016.....	31
Tabla 9. Temperatura máximas obtenidas del 2015 y 2016.....	32
Tabla 10. Temperaturas máximas de los meses del 2015 – 2016.....	33
Tabla 11: Dimensión de altura de paredes y ventanas.....	43
Tabla 12: Dimensiones del área.....	43
Tabla 13: Descripción de las paredes.....	44
Tabla 14: Valor de LM.....	45
Tabla 15: Medidas de las ventanas de la pared 1.....	48
Tabla 16: Equivalencias de orientación de los hemisferios.....	48
Tabla 17: Carga térmica a través de luminarias.....	50
Tabla 18: Carga a través de personas.....	50
Tabla 19: Ganancia de calor por persona del local.....	51
Tabla 20: Ganancia de calor por equipos.....	51
Tabla 21: Resultado de la ganancia de calor sensible por infiltración de ventana...55	
Tabla 22: Resultado de la ganancia de calor latente por infiltración de ventana.....53	
Tabla 23: Resultado de la ganancia de calor sensible por infiltración de la puerta...53	
Tabla 24: Resultado de la ganancia de calor latente por infiltración de la puerta....53	
Tabla 25. Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debido a techos planos ,1°F78	
Tabla 26 Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debido a paredes al sol ,1°F79	

Tabla 27 Descripción de grupos de construcción de paredes.....	80
Tabla 28 Corrección de la DTCE (diferencia de temperatura para carga de enfriamiento) por latitud y mes para aplicar a paredes techos, latitudes norte, °F.....	81
Tabla 29 Corrección de la DTCE (diferencia de temperatura para carga de enfriamiento) por latitud y mes para aplicar a paredes techos, latitudes norte, °F.....	82
Tabla 30 Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máximas de calor solar para vidrio Btu/h – ft ² , latitudes norte	82
Tabla 31 Coeficiente de sombreado para vidrios con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.....	83
Tabla 32 Factores de carga de enfriamiento para vidrios sin sombreado interior (incluye vidrio reflector y absorbente de calor).....	84
Tabla 33 Tasas de ganancias de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado.....	85
Tabla 34 Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado.....	86
Tabla 35 Correcciones en las temperaturas del proyecto en función de la hora considerada.....	87
Tabla 36 Correcciones en las temperaturas del proyecto en función de la mes considerada.....	87
Tabla 37 Condiciones de proyecto recomendadas para ambientes interiores-invierno y verano.....	88
Tabla 38 Potencias de equipos de oficina y comedor.....	88
Tabla 39 Descripción de grupos de ventanas.....	89
Tabla 40 Descripción de grupo de puertas.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.0. Mapa de ubicación de local en el distrito de Miraflores.....	3
Figura 2.0. Líneas de la temperatura de punto de rocío.....	11
Figura 3.0 Líneas de la temperatura de bulbo seco.....	12
Figura 4.0 Líneas de la temperatura del bulbo seco.....	12
Figura 5.0. Interacción térmica del cuerpo humano y el ambiente.....	13
Figura 6.0. Componente de la ganancia de calor del recinto Q.....	16
Figura 7.0. Ubicación geográfica del local del centro comercial.....	25
Figura 8.0. Temperatura máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2015.....	33
Figura 9.0. Temperatura máximas de los meses de enero, febrero y marzo del 2016.....	34
Figura 10.0. Temperatura máximas de marzo 2015 y febrero 2016.....	34
Figura 11.0. Temperatura máxima de los años 2015 - 2016.....	35
Figura 12.0. Humedad relativa de los meses enero, febrero y marzo del 2015.....	35
Figura 13.0. Humedad relativa en los meses de enero febrero y marzo del 2016...36	
Figura 14.0. Humedad relativa en los meses de enero 2015 y febrero 2016.....	36
Figura 15.0. Corrección de temperatura del bulbo seco del mes de marzo.....	39
Figura 16.0. Corrección de temperatura del bulbo seco del mes de febrero.....	40
Figura 17.0. Vista del plano de planta del locatario en donde se especifica las medidas y orientación del local.....	41
Figura 18.0. Vista de corte del plano del local.....	42
Figura 19.0. Vista de planta de la orientación de ventanas del local.....	44
Figura 20.0. Vista de plano de planta de la pared 10.....	47
Figura 21.0. Vista de la enumeración de las paredes con su orientación del local..	56
Figura 22.0 Planos del proyecto.....	90

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, particularmente a la Facultad de Ciencias Físicas, escuela académica de Ingeniería Mecánica de Fluidos, que a donde quiera que este, llevare siempre en alto el honor de haber sido parte de tan ilustre institución.

A todos los docentes de tan dichosa institución por haberme transmitidos sus conocimientos y enseñanzas en el transcurso de mi carrera profesional.

A mi familia en especial a mi esposa Marisol Mercedes Rodríguez e hija Yamilet Crythel Huanca Mercedes que siempre han estado a mi lado apoyándome y dando lo mejor de sí para que siga progresando personal y profesionalmente.

RESUMEN

La finalidad de este proyecto es proponer un sistema de climatización con el fin de mejorar las condiciones de trabajo del restaurant ubicado en la ciudad de lima, para esto se analizaron las condiciones previas a las instalación del sistema de aire acondicionado, recopilándose información de las condiciones de temperaturas en diferentes años, se establecieron condiciones ideales, para luego especificar las condiciones deseadas para el restaurante.

El cálculo del sistema de aire acondicionado realizado brindara el confort térmico a los clientes y personal de servicio del local comercial, la finalidad es cumplir con normatividad vigente del ASHRAE.

Para una mejor comprensión de la monografía técnica se ha desarrollado en 5 capítulos.

En el capítulo 1, es la parte introductoria de la monografía técnica, donde se indican los antecedentes, planteamiento del problema, objetivos generales, objetivos específicos, justificación del estudio y ubicación del local comercial.

En el capítulo 2, se hace referencia a la parte del marco teórico o fundamento teórico de la monografía técnica, donde se indica las generalidades y el balance térmico.

En el capítulo 3, se menciona los métodos del cálculo térmico del sistema de aire acondicionado, donde se indica las condiciones de diseño, localización, área del proyecto, se ve las condiciones interiores y exteriores, metodología del cálculo térmico, análisis de los resultados de la carga térmica generada por diversos factores, esto para solucionar el problema e ausencia de aire acondicionado del restaurant.

En el capítulo 4, se hace referencia a la selección de los equipos para el sistema de climatización del restaurante, también se menciona las características y medidas de los equipos utilizados.

En el capítulo 5, se menciona la evaluación económica de los equipos y de la instalación de todo el sistema de climatización del restaurant, también se hace referencia los metrado del sistema de tuberías de agua helada, metrado de los ductos metálicos, difusores y rejillas de retorno.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 NTRODUCCION

La aplicación de un sistema de aire acondicionado se ha hecho indispensable en todo local comercial moderno, el motivo es porque el aire acondicionado es estos tiempos ya no es un lujo como muchos lo consideran, sino más bien se considera una necesidad, porque está destinado al confort de las personas y preservar la salud humana.

La ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and air Conditioning Engineers) define el acondicionamiento del aire como: “El proceso de tratar el aire, de tal manera, que se controle simultáneamente su temperatura, humedad relativa, limpieza y distribución, para que cumpla con los requerimientos del espacio acondicionado”.

La climatización en espacios cerrados se ha convertido en una necesidad. En gran parte para lograr que sus condiciones de habitabilidad, cumplan las exigencias de confort de sus ocupantes para obtener una mayor satisfacción de permanencia en el lugar y en otros casos como equipamiento fundamental del espacio para satisfacer la buena función de las personas.

1.2 ANTECEDENTES

En términos generales el aire acondicionado es aquel que ha seguido un tratamiento en un equipo, para encontrarse a una temperatura, humedad específica y flujo adecuados.

Su misión es de proporcionar durante los meses que sean necesarios, el confort térmico y la calidad del aire interior para la vida de las personas.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de lima se dan condiciones climatológicas calurosas en época de verano y que en lugares cerrados el cuerpo humano transfiere mayor calor al medio en donde se encuentra, esto hace que se eleve la temperatura en el interior del local ocasionando al ser humano sensaciones de incomodidad, sudoración y falta de atención a la poca oxigenación que se da en el local.

1.4 OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Realizar el diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurant que está ubicado en la ciudad de lima.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Definir los métodos para el cálculo térmico del sistema de acondicionamiento del restaurante.
- ✓ Determinar la carga térmica de un sistema de aire acondicionado, para producir el tratamiento del aire ambiente del restaurante de tal manera que se controle simultáneamente la temperatura, humedad, limpieza y distribución de aire para la satisfacción de los usuarios al restaurant.

1.6 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Debido al clima caluroso de la ciudad de lima en el distrito de Miraflores en época de verano, se requiere realizar el diseño mediante el cálculo térmico de un sistema de aire acondicionado a un restaurante de un centro comercial para crear un ambiente confortable, otorgando aire limpio y fresco de tal forma que se controle la temperatura, humedad, limpieza para responder a las exigencias del espacio que está climatizando.

1.7 UBICACIÓN

Este trabajo de monografía se realizó en la ciudad de lima distrito de Miraflores – Centro Comercial Larcomar.



Fig. 1.0 Mapa de ubicación del local en el distrito de Miraflores

Fuente: Imagen extraída de Google Earth

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE.

El acondicionamiento de aire es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire adentro de los locales.

Correctamente empleado, el termino acondicionamiento de aire significa controlar la temperatura, la circulación, la humedad y la pureza del aire que respiramos y en el que vivimos o, hablando en términos más generales, el acondicionamiento del aire completo del aire significa calentar el aire en invierno, enfriarlo en verano, circular el aire y renovarlo en estas dos estaciones del año, humedecerlo (añadirle humedad) cuando es demasiado seco y filtrar o lavar el aire para privarle el polvo y los posibles microbios que contengan tanto en el verano como en el invierno, cualquier sistema que solo realiza una o dos funciones, pero no todas ellas, no es un sistema completo de acondicionamiento del aire.

Entre los sistemas de acondicionamiento se cuentan los autónomos y los centralizados. Los primeros producen el calor o el frío y tratan el aire (aunque a menudo no del todo). Los segundos tienen un/unos acondicionador/es que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema centralizado.

Para que un sistema de acondicionamiento lleve a cabo su función en forma adecuada debe operar en forma simultánea y continua sobre las magnitudes siguientes

- Temperatura
 - ✓ Calefacción
 - ✓ Refrigeración
- Humedad
 - ✓ Humificación
 - ✓ Desumidificación
- Velocidad
 - ✓ Distribución del aire
 - ✓ Niveles de ruido
- Pureza
 - ✓ Filtración
 - ✓ Esterilizado

2.1.2 APLICACIONES DEL AIRE ACONDICIONADO.

El uso del aire acondicionado tiene dos aplicaciones:

- Mantener la comodidad del ser humano.
- Controlar un proceso industrial.

Las condiciones que deben mantenerse en un proceso industrial dependen de la naturaleza del mismo o de los materiales que se manejan, mientras que en un sistema para la comodidad humana, las condiciones son dictadas por las demandas del cuerpo y por lo tanto. Es necesario conocer las funciones esenciales de este para saber lo que es requerido de un sistema para el acondicionamiento del aire.

El acondicionamiento de aire en casas particulares, que antiguamente se consideraba un lujo exorbitante, es hoy una necesidad en todos los lugares con climas extremos. Las necesidades básicas para una instalación de aire acondicionado son pues, equipo fácilmente accesible, simplicidad de diseño y facilidad de instalación.

2.1.3 CASOS TIPICOS DE COMODIDAD HUMANA.

- En residencias
- Edificios de oficinas
- Hospitales (áreas generales)

- Hoteles
- Bancos, restaurantes
- Supermercados
- Iglesias
- Teatros y auditorios
- Salas de espectáculos y cines
- Etc.

2.1.4 CONCEPTOS DE AIRE ACONDICIONADO.

Es posible calcular en determinadas condiciones, valores promedio de las propiedades psicométricas del aire en las que el ser humano goza al máximo bienestar, las cuales son:

- 1.- La temperatura del aire
- 2.- La humedad del aire.
- 3.- El movimiento del aire.
- 4.- La pureza del aire.

El acondicionamiento del aire como proceso consiste en tratar de modo que queden reguladas simultáneamente su temperatura, su humedad, su pureza y su distribución, a fin de que cumplan las condiciones exigidas por el espacio acondicionado en cualquier época del año.

Obtener una carga de enfriamiento es por lo general, más costoso que una de calentamiento. El tamaño de la unidad necesaria se determina con exactitud calculando la ganancia o pérdida de calos del área que se ha de acondicionar.

El aire acondicionado comprende calefacción, refrigeración, humidificación, deshumidificación, ventilación, limpieza de impurezas y circulación del aire.

La composición volumétrica del aire puro se establece dentro de los siguientes parámetros:

Tabla 1 Componentes del aire

COMPOSICION VOLUMETRICA DEL AIRE	
Oxigeno	20.99%
Anhídrido carbónico	0.44%
Nitrógeno	78.03%
Vapor de agua	Variable
Otros Gases	0.04%

Impurezas: humos de sulfuros, ácidos, polvos, cenizas, minerales, microorganismos, etc.

La cantidad de vapor de agua en el aire varía de lugar y de acuerdo a las condiciones atmosféricas locales, siendo normalmente de 1% a 3% de la masa de la mezcla.

Fuente: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12059/TESIS%20%20AIREACONDICIONADO.pdf>

2.1.4.1 EL CALOR

El calor es una forma de energía, transferida en virtud de una diferencia de temperatura. El calor existe en todos los cuerpos, en cualquier parte, en mayor o menor grado. Como cualquier forma de energía no puede ser creada ni destruida, aunque otra forma de energía pueda convertirse en calor y viceversa.

Cuanto más se calienta un material cualquiera, tanto más rápido es el movimiento de las moléculas de las que toda sustancia o materia está compuesta.

Si se aplica suficiente cantidad de calor, el líquido hervirá y se convertirá en vapor. De manera natural, el calor viaja en una sola dirección de un objeto o área más caliente a una más fría.

2.1.4.1.1 CALOR SENSIBLE

Es el calor que podemos sentir o medir con algún instrumento. Es el calor que causa un cambio en la temperatura de la sustancia, pero no un cambio en el estado. Por ejemplo, si se calienta agua sobre una llama, podemos sentir la elevación de la temperatura sumergiendo un dedo en el agua. Cuando la temperatura de un líquido o de una sustancia cualquiera se eleva, está absorbiendo calor sensible y, por el contrario, cuando baja la temperatura de una sustancia, está desprendiendo calor sensible.

2.1.4.1.2 CALOR LATENTE

El termino calor latente se refiere a la cantidad de calor necesaria para cambiar el estado físico de una sustancia sin variar su temperatura, de sólido a líquido o de líquido a vapor. La palabra latente significa “oculto”, no es percibido por los sentidos. Para hacer que una sustancia sufra un cambio físico, y pase del estado sólido al líquido, o del estado líquido al de vapor, hay que añadirle una cantidad considerable de calor. Este calor latente es almacenado en la sustancia y lo devuelve de nuevo cuando la sustancia retorna a su estado inicial cuando se enfría.

2.1.4.2 TEMPERATURA

Cuanto más se concentre sobre un punto de un cuerpo una cantidad de energía calorífica dada, tanto más elevada será la temperatura de dicho punto. La temperatura se mide en grados.

2.1.4.2.1 TEMPERATURA DE ROCIO

Es la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinarse por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío.

Esta es la temperatura a la cual se condensará la humedad sobre una superficie. La escala para las temperaturas de punto de rocío es idéntica que la escala para las temperaturas de bulbo húmedo; es decir, es la misma escala para ambas propiedades.

Sin embargo, las líneas de la temperatura de punto de rocío, corren horizontalmente de izquierda a derecha. Cualquier punto sobre una línea de punto de rocío constante, corresponde a la temperatura de punto de rocío sobre la escala, en la línea curva de la carta.

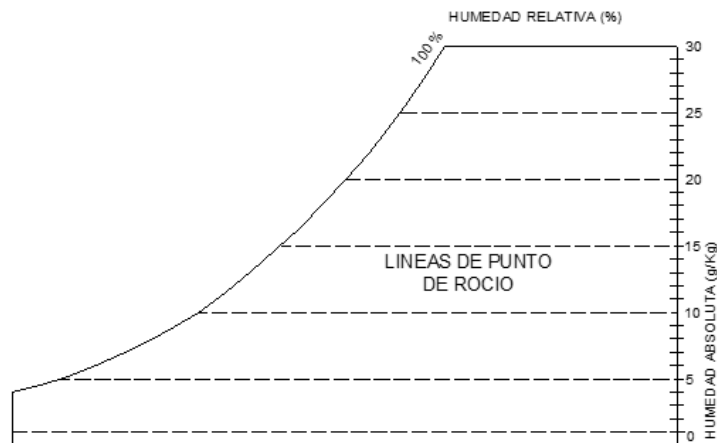


Fig. 2.0 Líneas de la temperatura de punto de rocío

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.1.4.2.2 TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (TBH)

Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una mecha empapada en agua, en el seno de aire en rápido movimiento.

La temperatura del bulbo húmedo (**Tbh**), se representada de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

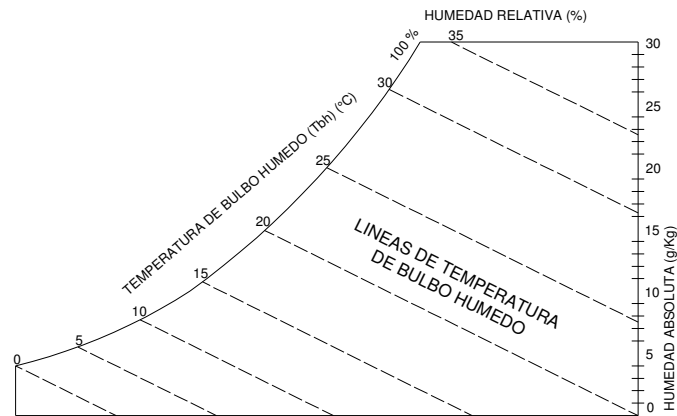


Fig. 3.0 Líneas de la temperatura de bulbo seco

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.1.4.2.3 TEMPERATURA DE BULBO SECO (TBS)

Es la temperatura del aire tal como lo indica un termómetro, cuando nos referimos a la temperatura de aire nos estamos refiriendo a la temperatura del bulbo seco del aire.

La temperatura del bulbo seco (**Tbs**), se representa sobre la horizontal en el eje de las abscisas, a la vez se extienden líneas verticales desde la parte inferior hasta la parte alta de la carta

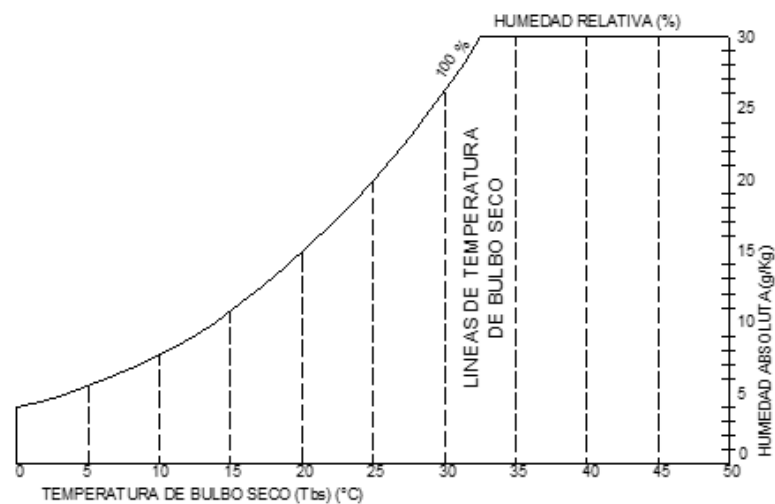


Fig. 4.0 Líneas de la temperatura del bulbo seco

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.1.4.3 TRANSFERENCIA DE CALOR

Es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura y ocurre solamente cuando hay una diferencia de entre ellas. Existen tres maneras de efectuarse esta transferencia de calor:

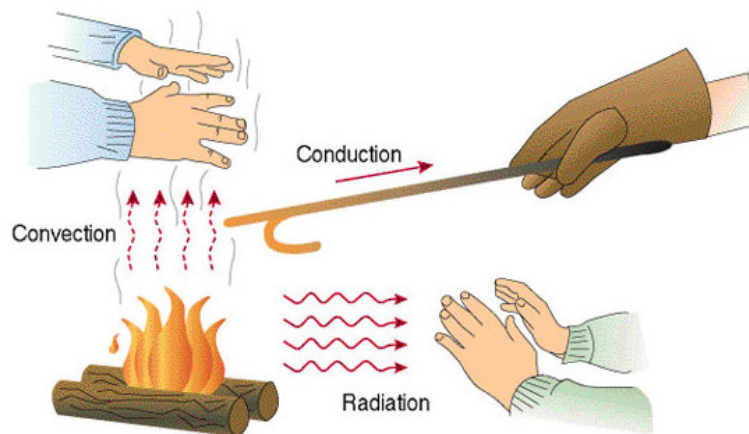


Fig. 5.0 Interacción térmica del cuerpo humano y el ambiente

Fuente: <http://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor>

2.1.4.3.1 Por Conducción

Se da a través de un medio estacionario que puede ser un sólido o un fluido. Ocurre a escalas atómicas por actividad molecular, cuando chocan unas contra otras, donde las partículas más energéticas entregan energía a las menos energéticas produciéndose un flujo de calor desde las temperaturas más altas a las más bajas

2.1.4.3.2 Por Convección

Es el mecanismo de transferencia de calor por movimiento de masa o circulación dentro de la sustancia. Puede ser natural, producida solo por las diferencias de las densidades de la materia o forzada, cuando la materia es obligada a moverse de un lugar a otro, por ejemplo el aire en un ventilador o el agua en una bomba. Solo se

produce en líquidos y gases donde los átomos y moléculas son libres de moverse en el medio.

2.1.4.3.3 Por Radiación

La radiación térmica es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas las direcciones. Esta energía es producida por los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas y transportada por ondas electromagnéticas por lo que recibe el nombre de radiación electromagnética.

2.2 ESTUDIO DEL BALANCE TERMICO

2.2.1 Introducción

El balance térmico es la cuantificación de la cantidad de calor que se necesita absorber o suministrar a un espacio a acondicionar, es la relación entre entradas y salidas de energía térmica para mantener el ambiente interior del lugar unas condiciones de temperatura y humedad definidas para dar comodidad o para un proceso industrial.

Desde el punto de vista de Balance Térmico del lugar, las condiciones interiores que tienen importancia son las que hacen referencia a la temperatura del aire, es decir, temperatura del termómetro seco y de la temperatura del termómetro húmedo que, es un índice relacionado con la humedad del aire.

En el lugar donde se desarrollan diversas actividades se produce la ganancia y pérdida de energía térmica debida a las causas siguientes:

- La radiación solar que en todos los casos (invierno y verano) se traduce en un flujo de calor entrante (entrada de energía térmica).
- La transferencia de calor entre el interior y el exterior, que en invierno, (climatológica considerado) constituirá una salida de energía térmica, mientras que en verano constituirá una entrada de energía térmica.

- La infiltración del aire del exterior, que en invierno, estando más frío que el aire interior, significa una pérdida (salida) de energía térmica. En verano, el aire exterior más caliente y húmedo, representa una entrada de energía térmica.
- La iluminación artificial significa una entrada de energía eléctrica consumida en las luminarias y sus equipos auxiliares, la cual se transforma en energía térmica y de modo parcial o total entra al lugar. Constituye pues, una entrada neta de energía térmica independiente de la estación climatológica.
- Los equipos, procesos o maquinaria que forma parte de la actividad desarrollada en el lugar acondicionado, consumen energía eléctrica, térmica o de otro tipo, que en última instancia se convierte en calor.
- Este calor o energía térmica final, en mayor o menor parte, pasa al ambiente acondicionado de tal modo que constituye también una entrada energética al lugar.
- Finalmente la ocupación personal, es decir, la [presencia de personas en el ambiente acondicionado, constituye en todos los casos una ganancia de energía térmica que es variable según el grado de actividad de los individuos.

2.2.2 BALANCE TERMICO

El balance térmico, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU.

El balance de ganancias y pérdidas de energía térmica en un lugar acondicionado puede establecerse de modo esquemático según lo siguiente:

1. Conducción a través de paredes, techos y vidrios al exterior.
2. Conducción a través de divisiones internas, cielo raso y piso.
3. Radiación solar a través de vidrios.
4. Alumbrado.
5. Personas.
6. Equipos.
7. Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Conviene agrupar en dos partes esa ganancia de calor: las que proceden de fuentes externas al recinto, y las que se generan internamente.

Según la descripción anterior se ve que los puntos 1 a 3 son ganancia de calor externo, y los puntos 4 a 6 son ganancias de calor interno. Se puede considerar que la infiltración es una clase separada. También conviene agrupar la ganancia de calor en dos grupos distintos: ganancia de calor sensible y de calor latente.

Las ganancias de calor sensible ocasionan un aumento de la temperatura del aire y las ganancias de calor latente se debe a la adición de vapor de agua, y por lo tanto aumenta la humedad. Los puntos 1 a 4 solo son ganancias de calor sensible los puntos 5 y 7 son ganancias en parte de calor sensible y en parte de calor latente, y el punto 6 puede entrar en cualquiera de las categorías o ambas, dependiendo del tipo.

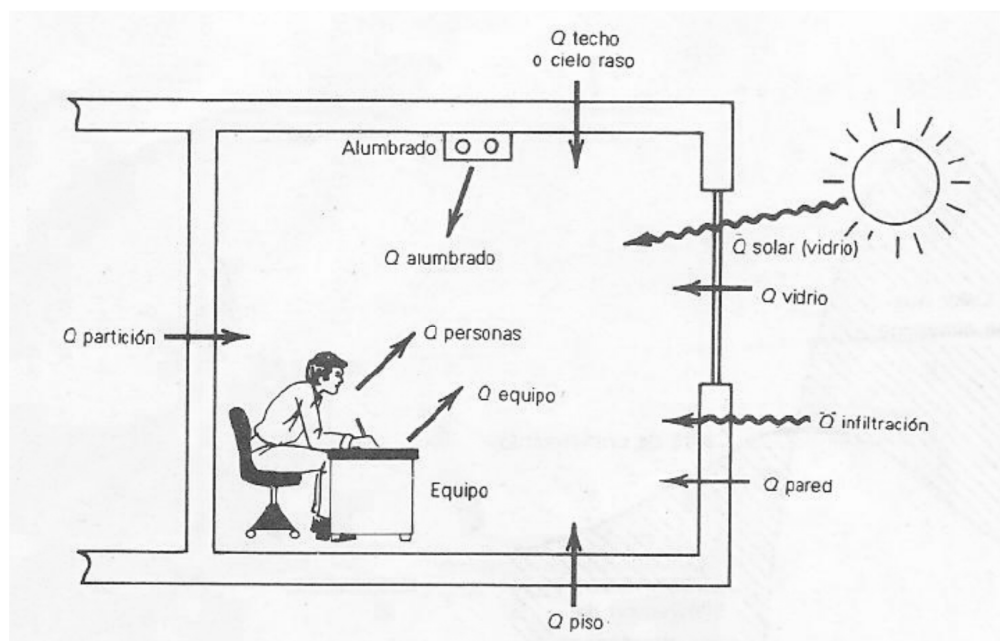


Fig. 6.0 Componente de la ganancia de calor del recinto Q.

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.2.3 CALCULO DEL BALANCE TERMICO

El balance térmico general de cualquier lugar, se calcula sumando las entradas y salidas de energía térmica totales producidas por la transmisión de calor a través de paredes, calor generado por la iluminación artificial y equipo, número de ocupantes,

infiltración y radiación solar cada uno de estos factores se calcula individualmente y al final se suman todos los valores obtenidos.

A continuación se muestra como se calcula cada una de las cargas térmicas.

2.2.4 CARGA TERMICA GENERADA A TRAVES DE PAREDES, TECHOS Y VIDRIOS

La ganancia de calor por conducción a través de paredes, techo y vidrios que dan al exterior se calculan con la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times DTCE_e \dots(1)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Donde:

- Q = ganancia neta del recinto por conducción a través del techo, pared o vidrio, BTU/h
- U = coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios BTU/h-ft²-°F
- A = área del techo, pared o vidrios, ft²
- DTCE_e = diferencia de temperatura para carga de enfriamiento, °F

Los valores de DTCE que se encuentran deben de ser corregidos como sigue:

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] \times f \dots(2)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Donde:

- $DTCE_e$ = valor corregido de DTCE, °F.
- DTCE = temperatura de la tabla 25 o 26 , °F
- LM = corrección para latitud al color y mes , de la tabla 28
- K = corrección debido al color de la superficie

$$K = \begin{cases} 1.0, & \text{para superficies oscuras o areas industriales.} \\ 0.5, & \text{para techos de color claro en zonas rurales.} \\ 0.65, & \text{para paredes de color claro en zonas rurales.} \end{cases}$$

- t_R = temperatura del recinto °F
- t_0 = temperatura de diseño exterior promedio °F
- f = factor de corrección para la ventilación de cielo raso (solo para techos)
- $f = 0.75$ para ventiladores de entrepiso (techo falso) en los demás casos, usar $f = 1.0$

Los valores que se muestran en las tablas se basan a una temperatura de diseño interior de 78°F y una temperatura exterior, promedio diario, de 85°F con paredes y techos de colores oscuros, para el 21 de julio, a una latitud de 40°N.

Para los casos de vidrios el $DTCE_e$ corregida se calcula como sigue:

$$DTCE_e = DTCE + (78 - t_R) + (t_0 - 85) \dots (3)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.2.5 CALOR TRANSFERIDO A TRAVES DEL PISO, DIVISIONES Y CIELOS RASOS

El calor que pasa desde los espacios anteriores sin acondicionamiento hasta los espacios acondicionados a través de divisiones, pisos y cielo rasos se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times DT \dots(3)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Donde:

- Q = velocidad de transferencia de calor de la división, piso o cielo raso, BTU/h
- U = coeficiente global de transferencia de calor para la división, piso o cielo raso BTU/h-ft -°F
- A = área del techo, pared o vidrios, ft²
- DT = diferencia de temperatura entre los espacios sin acondicionar y los acondicionados, °F

Si no se conoce la temperatura del espacio sin acondicionar, se emplea con frecuencia una aproximación que consiste en suponer que esta 5°F menos la temperatura exterior.

2.2.6 CARGA TERMICA GENERADA POR RADIACION SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS.

La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio y se transforma en ganancia de calor del recinto. Su valor varía con la hora, orientación, el sombreado y el efecto de almacenamiento. La ganancia neta de calor se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = FCGS \times A \times CS \times FCE \dots(4)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Donde:

- Q = ganancia neta por radiación solar a través del vidrio, BTU/h
- FGCS = factor de ganancia máxima de calor solar, BTU/h – ft²
- A = área del vidrio, ft²
- CS = coeficiente de sombreado
- FCE = factor de carga de enfriamiento para el vidrio.

2.2.7 CARGA TERMICA GENERADA POR ALUMBRADO Y EQUIPOS.

Todos los sistemas de iluminación, ya sean incandescentes No fluorescentes, básicamente transforman la energía eléctrica que reciben para su operación en calor, el cual se desprende en su totalidad y se disipa en el interior del espacio que se desea refrigerar.

La ecuación para calcular la ganancia de calor debida al alumbrado es:

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE \dots(5)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Donde:

- Q = ganancia neta de calor debida al alumbrado, BTU/h
- W = capacidad de alumbrado, watts
- FB = factor de balastra
- FB = 1.25 para alumbrado fluorescente
- FB = 1.0 para alumbrado incandescente , no hay perdidas adicionales
- FCE = factor de carga de enfriamiento para alumbrado

Este factor FCE toma en cuenta el almacenamiento por la ganancia de calor de las luminarias y depende del tiempo de encendido del alumbrado, encendido del sistema

de aire acondicionado, tipos de luminarias, características de la construcción y cantidad de ventilación mecánica en el recinto.

Sin embargo se debe tener en cuenta que el factor FCE es igual a la unidad, es decir no hay efecto de almacenamiento cuando:

- El sistema de aire acondicionado trabaja durante las horas de ocupación.
- El sistema de aire acondicionado trabaja más de 16 horas.
- Se permite aumentar la temperatura del recinto durante las horas cuando no se ocupa (oscilación de temperatura)

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.2.7.1 CARGA GENERADA POR EQUIPOS

La ganancia de calor debida al equipo se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

En la tabla 38 se muestran algunos valores de la producción de calor para aparatos eléctricos típicos.

2.2.8 CARGA TERMICA GENERADA POR PERSONAS.

La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente.

Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado con las personas son:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \dots(6)$$

$$Q_l = q_l \times n \dots(7)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Donde:

- Q_s, Q_l = ganancia de calor sensible y latente
- q_s, q_l = ganancia de calor sensible y latente por persona
- n = numero de personas
- FCE = factor de carga de enfriamiento para las personas

Nota:

El factor FCE, del efecto de almacenamiento de calor, se aplica a la ganancia de calor debida a las personas.

Si el sistema de aire acondicionado de aire se apaga durante la noche no se debe de incluir almacenamiento de calor y el FCE =1.0

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

2.2.9 TRANSFERENCIA DE CALOR A LOS ALREDEDORES

Algo de la ganancia de calor sensible al recinto se transfiere a través de la estructura hacia lo alrededores y nunca aparece como parte de la carga del recinto, es por eso que se debe corregir las ganancias de calor sensible obtenidas por conducción, radiación solar, alumbrado, personas y equipos, usando las siguientes ecuaciones.

$$F_c = 1 - 0.02 K \dots(8)$$

$$K = (U_w A_w + U_g A_g)/L \dots(9)$$

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

- F_c = Factor para corregir cada ganancia de calor sensible de recinto
- K = Conductancia de la unidad de longitud, BTU/h – ft – °F
- L = Longitud de la pared exterior, ft

- U_w, U_g = Coeficiente de transferencia de calor.
 w = pared, g = vidrio, BTU/h – ft² - °F
- A_w, A_g = área de la pared o del vidrio ,ft²

2.2.10 TRANSFERENCIA DE CALOR POR VENTILACION

En general se admite algo de aire exterior por razones sanitarias y de confort. El calor sensible y el latente de este aire es mayor que el del aire del recinto, por lo cual se vuelve parte de la carga de enfriamiento.

Sin embargo, el exceso de calor se elimina en general en el equipo de enfriamiento, y por lo tanto es parte de la carga de refrigeración, pero no de la carga del recinto. Las ecuaciones para calcular las cargas de enfriamiento sensible y latente debidas al aire de ventilación son:

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT \dots(2)$$

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W'_e - W_i) \dots(2)$$

Donde:

Q_s, Q_l = cargas de calor sensible y latente debidas al aire de ventilacion, Btu/h.

CFM = flujo de aire de ventilacion, ft³/min.

CT = cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, °F.

W_e, W_i = relacion de humedad exterior e interior, g de agua/lb aire seco

El calor Q_T total retirado del aire de ventilación es $Q_T = Q_s + Q_l$

2.2.11 TRANSFERENCIA DE CALOR POR INFILTRACION

La infiltración de aire a través de fisuras en las ventanas o puertas ocasiona una ganancia de calor, tanto sensible como latente, en el recinto.

La mayor parte de los sistemas de acondicionamiento de aire en el invierno tienen ventilación mecánica que emplea algo de aire del exterior, con lo cual se reduce o se elimina la infiltración, porque se crea una presión positiva dentro de la construcción, en este caso, el aire de ventilación nos da una carga en el recinto, sino una carga para el equipo de enfriamiento.

METODO DE LAS FISURAS

Este método supone que se puede medir o establecer una tasa de infiltración del aire con exactitud, por pie de fisura, la siguiente tabla es una lista de tasas típicas de infiltración en los reglamentos de energía, basada en un viento de 25MPH.

Tabla 2 Tasas máximas de infiltración para diseño a través de ventanas y puertas exteriores

COMPONENTE	TASA DE INFILTRACION
VENTANAS	0.75 CFM / FT DE FISURA
PUERTAS	1 CFM / FT DE FISURA

Las longitudes y áreas de las fisuras se deben determinar mediante los planos de la construcción o mediciones de campo.

CAPITULO III

CALCULO TERMICO

3.1 CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar el cálculo térmico del sistema del aire acondicionado de este proyecto se requiere información del diseño de la edificación y se va analizar las condiciones del clima en años diferentes para verificar las temperaturas máximas y mínimas que se dan en el distrito en donde se encuentra en local.

3.2 LOCALIZACION Y AREA DEL PROYECTO

Este es un restaurante ubicado en el centro comercial Larcomar en la ciudad de Lima distrito de Miraflores, tiene una Latitud $12^{\circ} 6' 13.4''$ y una Longitud $77^{\circ} 1' 47''$.

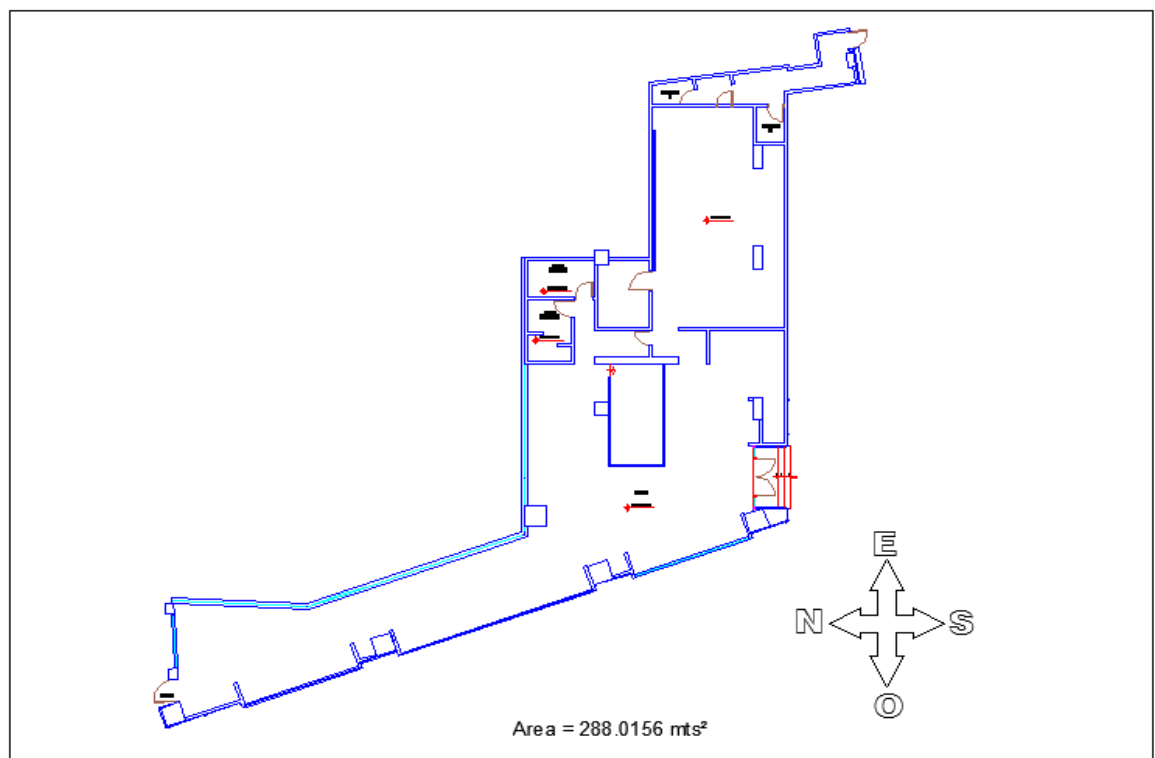


Fig. 7.0 Ubicación del local a través de los puntos cardinales.

Fuente: Elaboración propia

3.3 CONDICIONES DE INTERIORES Y EXTERIORES

Las condiciones interiores son las que se obtiene en la zona de confort, y las condiciones exteriores se utilizan los datos suministrados por SENAMHI.

Se muestra las temperaturas máximas y mínimas de los meses enero, febrero, marzo de los años 2015,2016.

TABLA 3 Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2015

Día/mes/año	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
01-ene-15	24	20	85.0
02-ene-15	27	20	89.0
03-ene-15	26	19	84.7
04-ene-15	25	20	86.9
05-ene-15	25	21	89.8
06-ene-15	25	21	85.9
07-ene-15	26	20	79.5
08-ene-15	26	21	93.0
09-ene-15	26	20	43.0
10-ene-15	27	21	82.1
11-ene-15	26	21	85.5
12-ene-15	26	21	84.6
13-ene-15	24	20	84.9
14-ene-15	26	20	83.5
15-ene-15	26	19	84.5
16-ene-15	25	21	95.3
17-ene-15	26	20	92.4
18-ene-15	26	21	92.3
19-ene-15	27	20	42.0
20-ene-15	26	20	87.0
21-ene-15	26	21	80.5
22-ene-15	26	20	80.4
23-ene-15	26	21	83.3
24-ene-15	27	21	81.7
25-ene-15	27	21	77.2
26-ene-15	27	20	78.5
27-ene-15	28	22	81.7
28-ene-15	28	21	81.3
29-ene-15	27	21	77.4
30-ene-15	27	22	80.3
31-ene-15	27	22	79.4

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 4 Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2015

Día/mes/año	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
01-feb-15	28	22	74.39
02-feb-15	26	22	71.52
03-feb-15	28	20	74.96
04-feb-15	28	22	75.26
05-feb-15	30	22	75.83
06-feb-15	29	23	79.96
07-feb-15	30	23	33.22
08-feb-15	29	23	79.48
09-feb-15	30	21	76.43
10-feb-15	29	24	78.35
11-feb-15	28	23	79.17
12-feb-15	28	22	73.04
13-feb-15	27	23	67.96
14-feb-15	29	22	77.78
15-feb-15	27	22	82.87
16-feb-15	28	22	81.45
17-feb-15	29	23	74.83
18-feb-15	28	21	76.13
19-feb-15	28	21	85.04
20-feb-15	28	21	79.35
21-feb-15	30	22	79.26
22-feb-15	27	21	71.48
23-feb-15	26	22	72.48
24-feb-15	25	21	76.52
25-feb-15	27	20	81.87
26-feb-15	27	20	86.78
27-feb-15	29	21	83.35
28-feb-15	28	21	80.96

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 5 Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2015

Día/mes/año	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
01-mar-15	26	21	81.9
02-mar-15	27	21	81.0
03-mar-15	26	21	84.7
04-mar-15	26	21	79.7
05-mar-15	26	21	83.7
06-mar-15	26	20	83.7
07-mar-15	27	20	83.1
08-mar-15	27	20	83.7
09-mar-15	26	20	82.4
10-mar-15	26	21	84.4
11-mar-15	29	21	83.6
12-mar-15	28	21	83.4
13-mar-15	28	20	83.3
14-mar-15	26	21	77.8
15-mar-15	29	21	81.8
16-mar-15	29	21	80.6
17-mar-15	29	21	82.4
18-mar-15	31	24	83.5
19-mar-15	30	22	81.0
20-mar-15	31	25	84.6
21-mar-15	31.5	24	82.3
22-mar-15	31	23	83.2
23-mar-15	31	23	83.5
24-mar-15	31	22	85.4
25-mar-15	31.2	22	84.6
26-mar-15	28	21	86.8
27-mar-15	28	21	74.8
28-mar-15	27	21	77.7
29-mar-15	26	20	82.3
30-mar-15	28	21	84.2
31-mar-15	25	20	86.5

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 6 Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2016

Día/mes/año	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
01-ene-16	26	20	84.7
02-ene-16	28	19	85.1
03-ene-16	27	20	78.3
04-ene-16	27	22	82.2
05-ene-16	28	22	83.6
06-ene-16	27	22	79.5
07-ene-16	26	22	83.6
08-ene-16	27	22	80.5
09-ene-16	28	22	83.9
10-ene-16	28	22	84.9
11-ene-16	27	22	82.3
12-ene-16	28	23	79.4
13-ene-16	28	22	87.6
14-ene-16	26	22	83.5
15-ene-16	28	22	79.5
16-ene-16	29	22	84.6
17-ene-16	28	22	78.5
18-ene-16	28	22	81.2
19-ene-16	28	21	78.5
20-ene-16	29	22	81.2
21-ene-16	28	23	85.6
22-ene-16	29	22	84.9
23-ene-16	27	23	79.5
24-ene-16	26	23	78.2
25-ene-16	29	21	81.2
26-ene-16	29	23	84.7
27-ene-16	29	22	83.5
28-ene-16	30	23	85.5
29-ene-16	30	24	839.0
30-ene-16	29	23	82.9
31-ene-16	30	24	78.3

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 7 Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2016

Día/mes/año	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
01-feb-16	28	23	83.3
02-feb-16	29	24	85.2
03-feb-16	29	24	82.2
04-feb-16	28	24	83.3
05-feb-16	30	23	79.1
06-feb-16	29	23	80.3
07-feb-16	29	22	78.4
08-feb-16	26	23	83.0
09-feb-16	29	23	86.5
10-feb-16	31	23	83.9
11-feb-16	29	23	72.1
12-feb-16	29	23	73.9
13-feb-16	29	23	82.3
14-feb-16	28	23	85.3
15-feb-16	28	23	85.5
16-feb-16	29	22	81.9
17-feb-16	30	23	84.0
18-feb-16	29	23	87.0
19-feb-16	29	23	87.0
20-feb-16	31	23	88.4
21-feb-16	30	23	87.2
22-feb-16	29	19	90.5
23-feb-16	30	23	89.2
24-feb-16	28	24	85.2
25-feb-16	31	24	85.0
26-feb-16	32	24	87.6
27-feb-16	31	23	83.9
28-feb-16	31	24	88.8
29-feb-16	27	23	87.6

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 8 Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2016

Día/mes/año	Temperatura (°C)		Humedad (%)
	Max	Min	
01-mar-16	30	23	88.5
02-mar-16	29	22	82.5
03-mar-16	29	22	85.2
04-mar-16	29	22	87.2
05-mar-16	29	23	86.2
06-mar-16	29	23	85.7
07-mar-16	30	23	84.4
08-mar-16	29	22	84.4
09-mar-16	28	23	86.4
10-mar-16	29	22	84.6
11-mar-16	29	23	85.9
12-mar-16	29	22	84.7
13-mar-16	29	22	83.4
14-mar-16	30	22	83.7
15-mar-16	29	13	83.5
16-mar-16	27	21	85.5
17-mar-16	28	22	84.8
18-mar-16	28	22	83.5
19-mar-16	28	22	77.1
20-mar-16	29	22	77.3
21-mar-16	30	22	82.3
22-mar-16	29	22	82.4
23-mar-16	27	21	79.4
24-mar-16	28	22	80.6
25-mar-16	27	22	80.3
26-mar-16	30	21	81.0
27-mar-16	29	22	81.2
28-mar-16	29	22	82.5
29-mar-16	29	22	83.2
30-mar-16	30	22	78.9
31-mar-16	29	21	76.6

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 9 Temperatura Máximas del 2015 y 2016

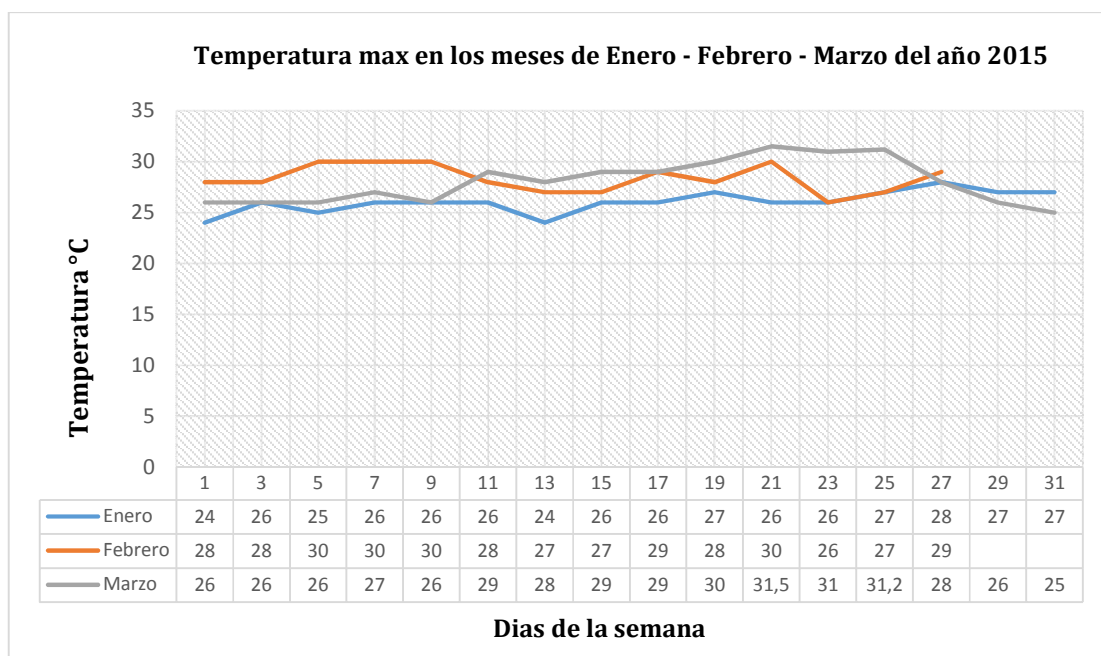
Día	2015			2016		
	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo
1	24	28	26	26	28	30
2	27	26	27	28	29	29
3	26	28	26	27	29	29
4	25	28	26	27	28	29
5	25	30	26	28	30	29
6	25	29	26	27	29	29
7	26	30	27	26	29	30
8	26	29	27	27	26	29
9	26	30	26	28	29	28
10	27	29	26	28	31	29
11	26	28	29	27	29	29
12	26	28	28	28	29	29
13	24	27	28	28	29	29
14	26	29	26	26	28	30
15	26	27	29	28	28	29
16	25	28	29	29	29	27
17	26	29	29	28	30	28
18	26	28	31	28	29	28
19	27	28	30	28	29	28
20	26	28	31	29	31	29
21	26	30	31.5	28	30	30
22	26	27	31	29	29	29
23	26	26	31	27	30	27
24	27	25	31	26	28	28
25	27	27	31.2	29	31	27
26	27	27	28	29	32	30
27	28	29	28	29	31	29
28	28	28	27	30	31	29
29	27		26	30	27	29
30	27		28	29		30
31	27		25	30		29

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

TABLA 10 Temperatura Máximas de los meses del 2015 y 2016

MES	TEMPERATURA °C	
	2015	2016
Enero	28	30
Febrero	30	32
Marzo	31.5	30
Abril	27	29
Mayo	28	27
Junio	27	----
Julio	26	----
Agosto	23	----
Septiembre	24	----
Octubre	25	----
Noviembre	24	----
Diciembre	28	----

Realizamos un análisis de las temperaturas máximas tomadas de las tablas del Senamhi en los siguientes gráficos.

**Fig. 8.0** Temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2015

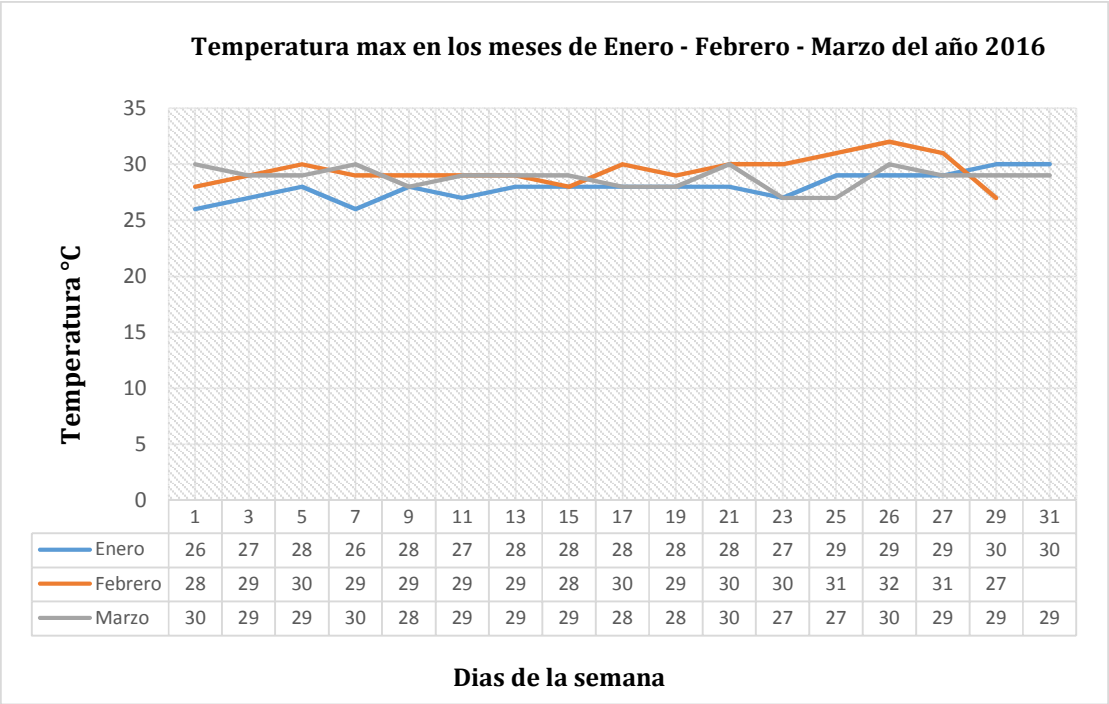


Fig. 9.0 Temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2016

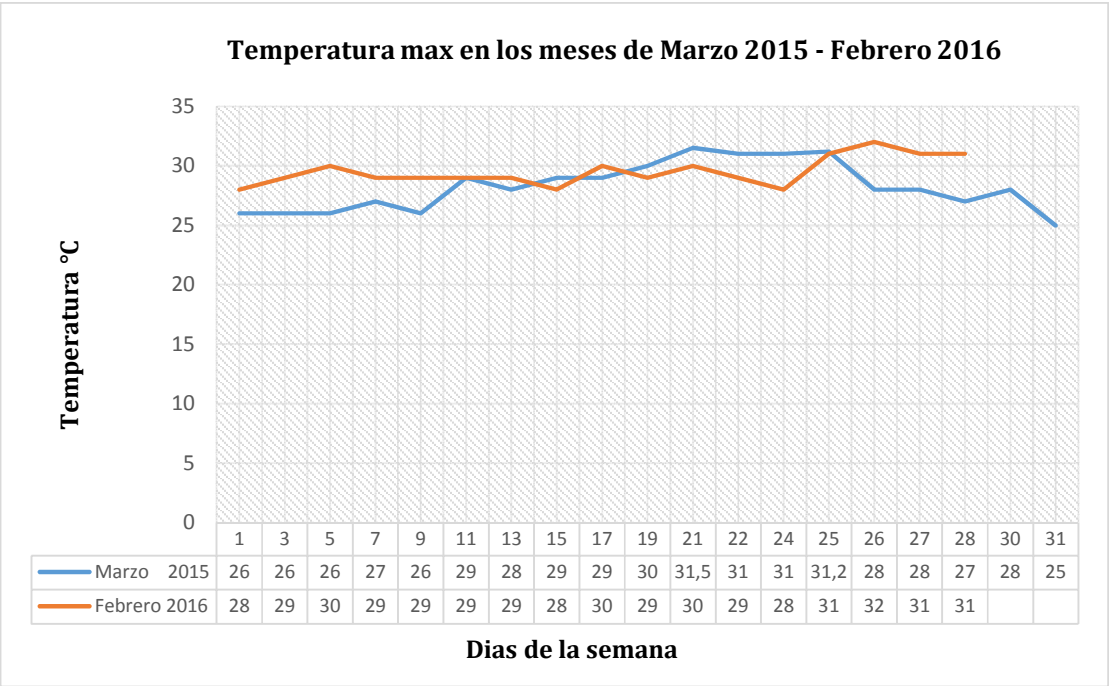


Fig. 10 Temperaturas máximas de Marzo 2015 y Febrero 2016

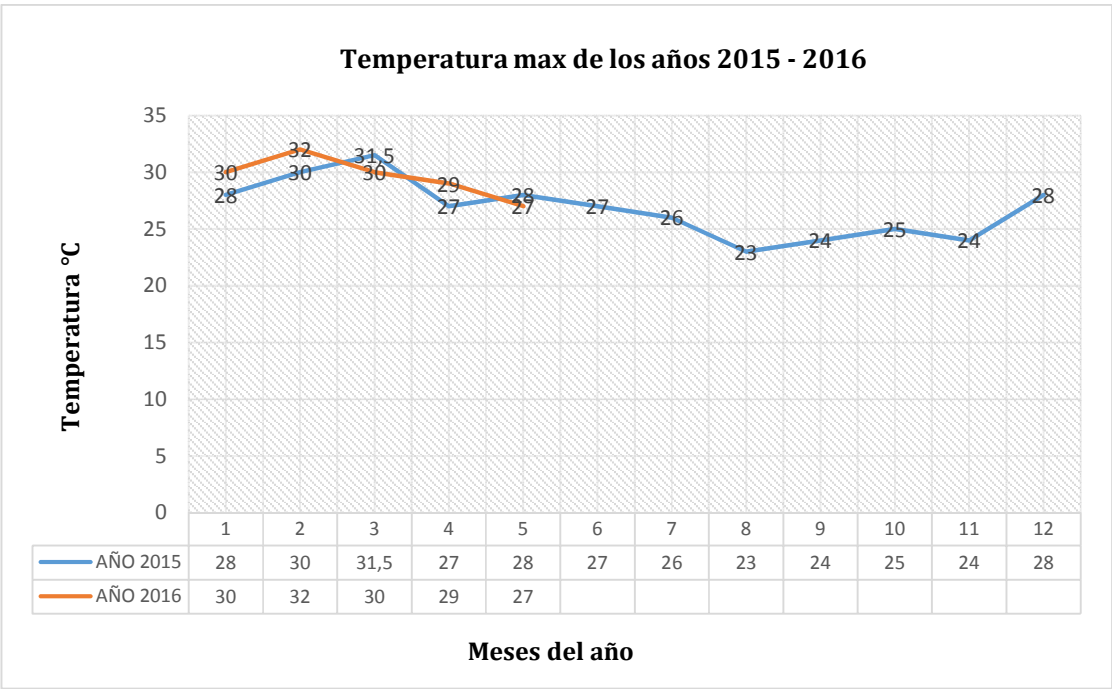


Fig. 11 Temperaturas máximas de los años 2015 – 2016

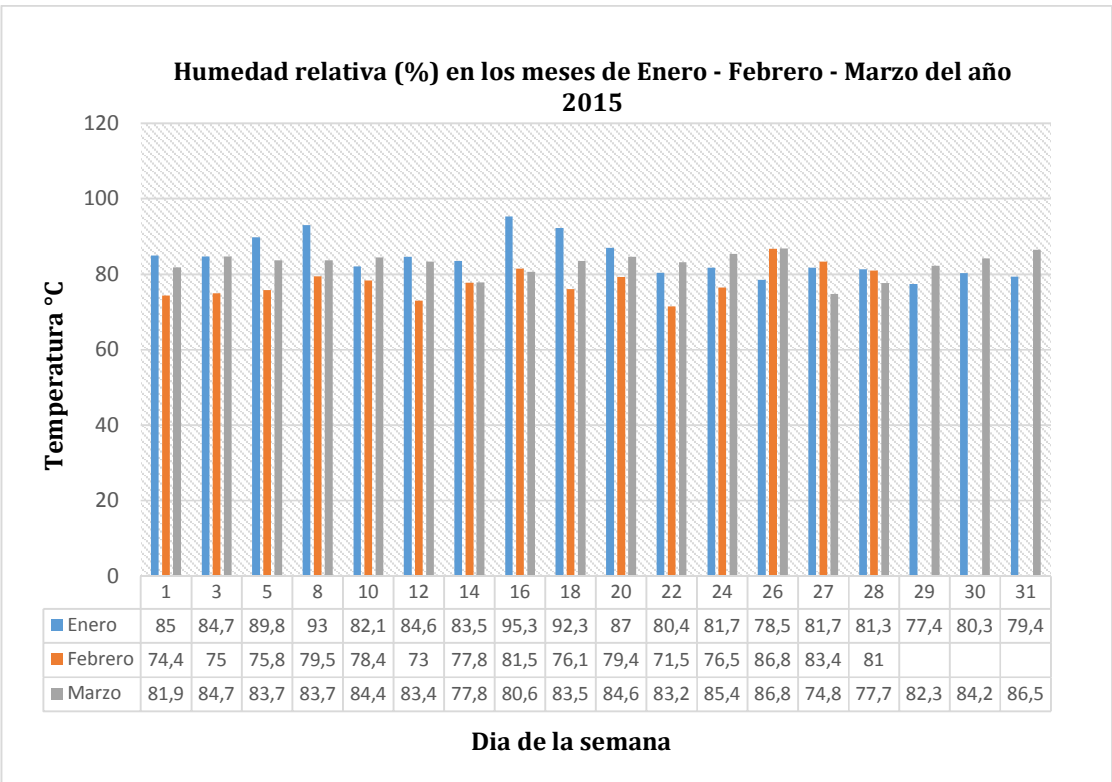


Fig. 12 Humedad relativa en los meses de enero, febrero y marzo del 2015

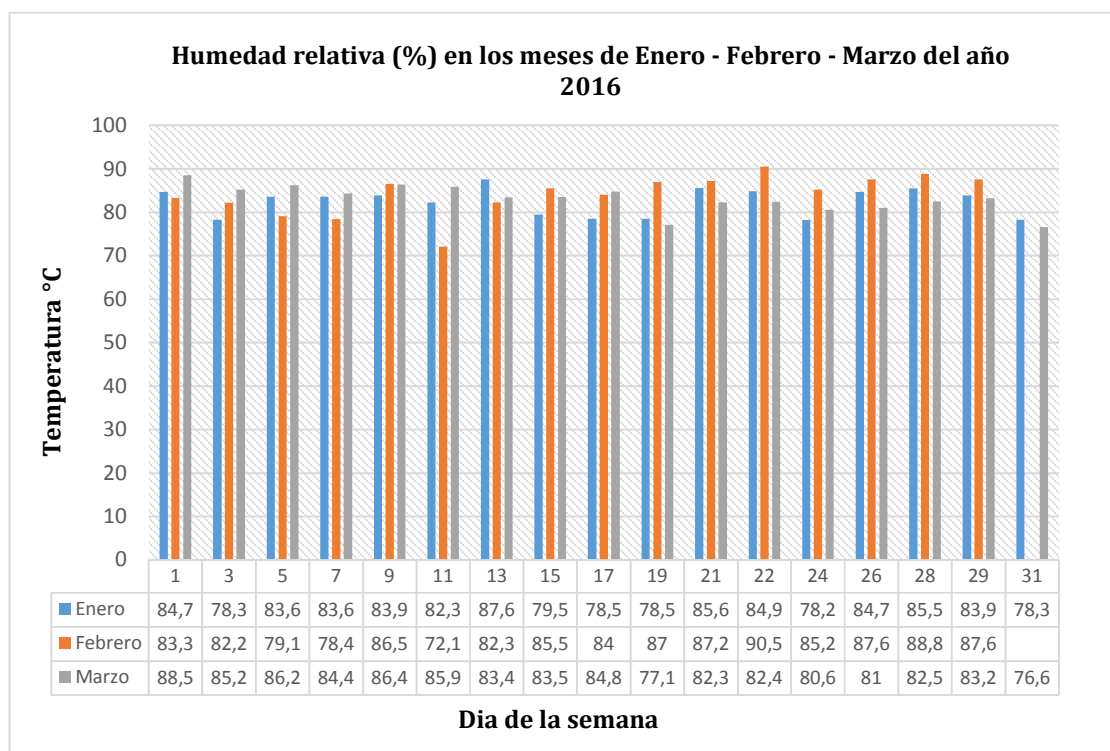


Fig. 13 Humedad relativa en los meses de enero, febrero y marzo del 2016

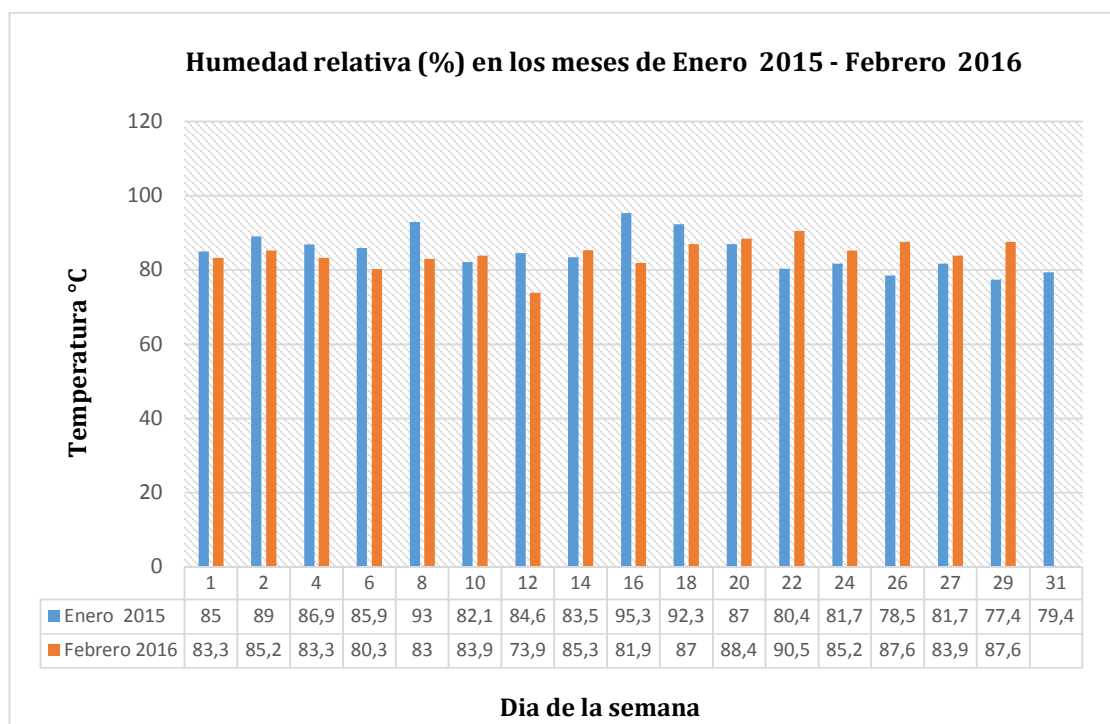


Fig. 14 Humedad relativa en los meses de enero 2015 y febrero 2016

3.4 CALCULO DE LA CARGA TERMICA

Localización del proyecto: El restaurante del centro comercial se encuentra ubicado en la ciudad de Lima, distrito de Miraflores, entre el cruce de las Av. Larco con Av. malecón de la reserva.

Según los datos obtenidos por la estación meteorológica Senamhi se tiene:

Latitud 12° 6' 13.4"

Longitud 77° 1' 47".

3.4.1 CONDICION DE DISEÑO INTERIORES Y EXTERIORES DEL RESTAURANT

Las condiciones interiores de diseño se consideraron a las establecidas por las normas ASHARE para el confort humano, por lo que se tomó los siguientes valores:

Temperatura de Bulbo Seco : 71°F

Humedad Relativa : 50 %

Para las condiciones exteriores de diseño se tomaran en cuenta una estadística de las temperaturas y humedad relativa obtenidas del Senamhi para nuestro cálculo, tomando en cuentas las temperaturas máximas obtenidos para evitar que el sistema se ineficiente cuando se presente dicha condición, para nuestro caso se ha obtenido estos valores.

Temperatura de Bulbo Seco : 88.7°F

Humedad Relativa : 90.5 %

METODOLOGIA DEL CALCULO TERMICO

Para realizar el cálculo térmico de este proyecto se consideraron las estadísticas de las temperaturas obtenidas desde el años 2015 hasta 2016, años en que se registraron las mayores temperaturas en la ciudad de lima.

Estos cálculos fueron realizados para el 21 de marzo del 2015 y el 26 de febrero del 2016 a las 2:00 pm, fechas en las que se obtuvieron las máximas temperaturas para un día y para una determinada hora.

Las temperaturas de bulbo seco exterior de los meses de marzo y febrero, obtenidas de las estadísticas de las temperaturas máximas se le tuvieron que agregar un factor de corrección tanto para la hora y para el mes.

$$TBS_{EXT (MARZO SIN CORRECCION)} = 88.7 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$TBS_{EXT (FEBRERO SIN CORRECCION)} = 89.6 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Los valores corregidos de las temperaturas de bulbo seco exterior para los meses de marzo y febrero que se obtuvieron fueron:

$$TBS_{EXT (MARZO)} = 87.8 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$TBS_{EXT (FEBRERO)} = 88.7 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Cabe señalar que las tablas a utilizar para realizar el cálculo de calor por radiación y conducción estuvieron basadas para una condición normal de un proyecto en el mes de julio a las 3:00 pm.

A continuación se muestra el procedimiento como se realizó la corrección a las temperaturas del bulbo seco en el día y hora señalados en el proyecto del cálculo térmico del Restaurant.

Lugar : LOCATARIO DE CENTRO COMERCIAL

Fecha : Marzo

Hora : 02:00 p.m.

Longitud : 77° 1' 47"

Latitud : 12° 6' 13.4"

TBS EXT (SIN CORREGIR) =	88.7 °F
---------------------------------	----------------

Condiciones de diseño	BS (°F)	BH (°F)	HR (%)
Exterior	87.8		86.8
Interior	71		50

Corrección de la Temperatura exterior (T_0)**Corrección en función de la Hora**

Para el 21 de Marzo del 2015 a las 2pm

T_{Max} (°C)	31.5°C
T_{Min} (°C)	20° C

DT_h (°C) = T_{Max} (°C) - T_{Min} (°C) =	11.5°C
---	--------

De la Tabla 30

Factor C = 0.5 °C

$T'_{EXTERIOR}$ (°C) = TBS_{EXT} (°C) - Factor C MES
--

$T'_{EXTERIOR}$ (°C) =	31° C
------------------------	-------

Corrección en función del Mes

MES	T max	Mes	T max
Enero	28	Julio	26
Febrero	30	Agosto	23
Marzo	31.5	Septiembre	24
Abril	27	Octubre	25
Mayo	28	Noviembre	24
Junio	27	Diciembre	28
$DT_{MES} = \text{sumatoria } T_{MAX} / 12 = 26.8 \text{ °C}$			

De la Tabla 31

Factor C = 0°C

$T_0 = T'_{EXTERIOR}$ (°C) - Factor C MES

T_0 =	31 °C
---------	-------

Fig. 15 Corrección de temperatura de bulbo seco del mes de marzo.

Lugar : LOCATARIO DE CENTRO COMERCIAL

Fecha : Febrero

Hora : 02:00 p.m.

Longitud : 77° 1' 47"

Latitud : 12° 6' 13.4"

TBS EXT (SIN CORREGIR) =	89.6 °F
---------------------------------	----------------

Condiciones de diseño	BS (°F)	BH (°F)	HR (%)
Exterior	88.7		90.5
Interior	71		50

Corrección de la Temperatura exterior (T_0)**Corrección en función de la Hora**

Para el 26 de Febrero 2016 a las 2pm

T_{Max} (°C)	32°C
T_{Min} (°C)	19° C

DT_h (°C) = T_{Max} (°C) - T_{Min} (°C) =	13°C
---	-------------

De la Tabla 30

Factor C = 0.5°C

$T'_{EXTERIOR}$ (°C) = TBS EXT (°C) - Factor C MES
--

$T'_{EXTERIOR}$ (°C) =	31.5° C
------------------------	----------------

Corrección en función del Mes

MES	T max	Mes	T max
Enero	30	Julio	----
Febrero	32	Agosto	----
Marzo	30	Septiembre	----
Abril	29	Octubre	----
Mayo	27	Noviembre	----
Junio	----	Diciembre	----
$DT_{MES} = \text{sumatoria } T_{MAX} / 5 = 29.6 \text{ °C}$			

De la Tabla 31

Factor C = 0°C

$T_0 = T'_{EXTERIOR}$ (°C) - Factor C MES

T_0 =	27.8 °C
---------	----------------

Fig. 16 Corrección de temperatura de bulbo seco del mes de febrero.

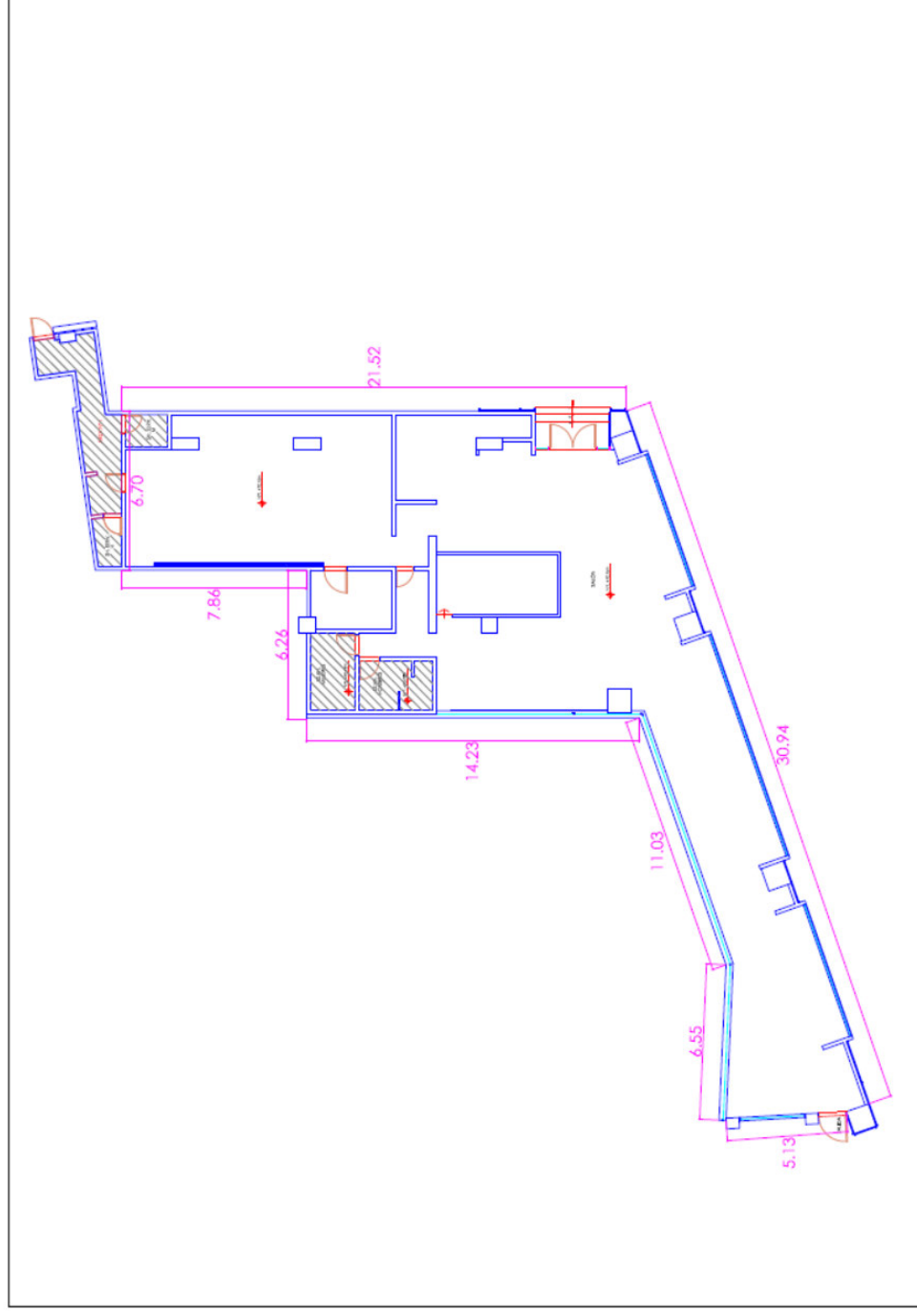


Fig.17. Vista del plano de planta del locatario en donde se especifica las medidas y orientación del local

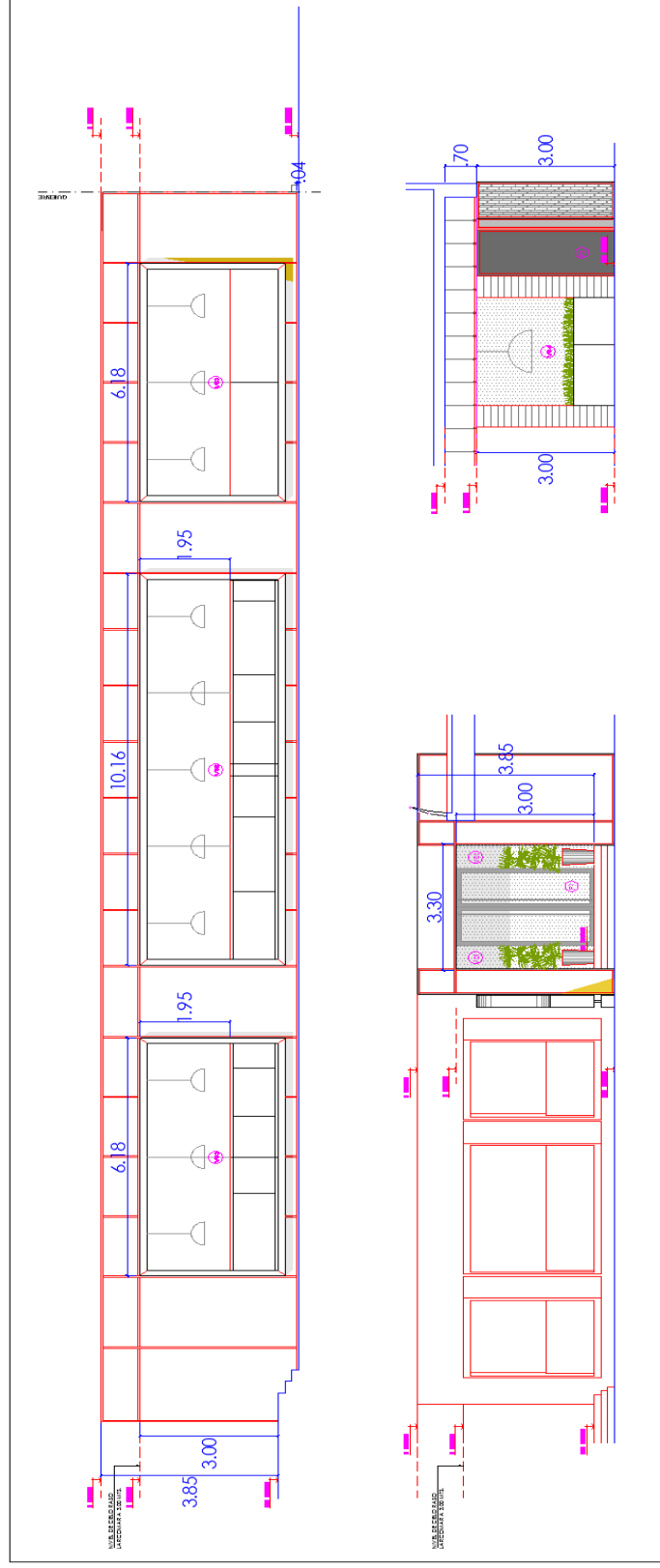


Fig. 18 Vista de corte del plano del local.

Por el plano de corte mostrado en la fig.15 determinamos las alturas de las paredes, puertas y ventanas, esto se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 11 Dimensión de altura de paredes y ventanas

Estructura	Altura (m)
Pared	3.85
Ventana	1.95
Puerta	3.00

3.4.3 CARGA TÉRMICA GENERADA A TRAVÉS DE PAREDES EXTERIORES.

Para este caso realizamos el cálculo de la carga térmica en la pared 1.

De la ecuación (1) del Cap. 2 obtenemos la carga térmica para las paredes:

$$Q = U \times A \times DTCE_e \dots (1)$$

Hallamos los valores de la ecuación

Determinamos el Área de la pared 1 (***Area_{Efectiva de pared 1}***) según la Fig.16, considerando los datos del siguiente cuadro:

Tabla 12 Dimensiones del área

Estructura	Largo (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Área (ft ²)
PARED 1	30.94	3.85	119.12	1282.20
VENTANA 1	6.18	1.95	12.05	129.71
VENTANA 2	10.16	1.95	19.81	213.23
VENTANA 3	6.18	1.95	12.05	129.71

Según esto se obtiene el área efectiva de la pared 1.

$$Area_{Efectiva\ de\ pared\ 1} = Area_{Pared\ 1} - (Ventana_1 + Ventana_2 + Ventana_3)$$

$$Area_{Efectiva\ de\ pared\ 1} = 809.55\ ft^2$$

Ahora determinamos el coeficiente global de transferencia de calor (U).

Analizando la estructura de la pared del local se tiene las siguientes características:

Tabla 13 Descripción de las paredes

ESTRUCURA	DESCRIPCION	GRUPO
Pared 1,3,4,5,6,7,9,11,13,14	Ladrillo de vista de 4 in + ladrillo común de 4 in	D
Pared 2,8,10,12,15	Pared de concreto pesado + concreto de 8 in	C
Techo	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 2 in	

Se verifico que la descripción de **Pared 1** pertenece al grupo de construcción tipo **D**, usando la tabla 27 se obtiene el valor del coeficiente global de transferencia de calor:

$$U = 0.415 \text{ Btu/h} - \text{ft}^2 - ^\circ\text{F}$$

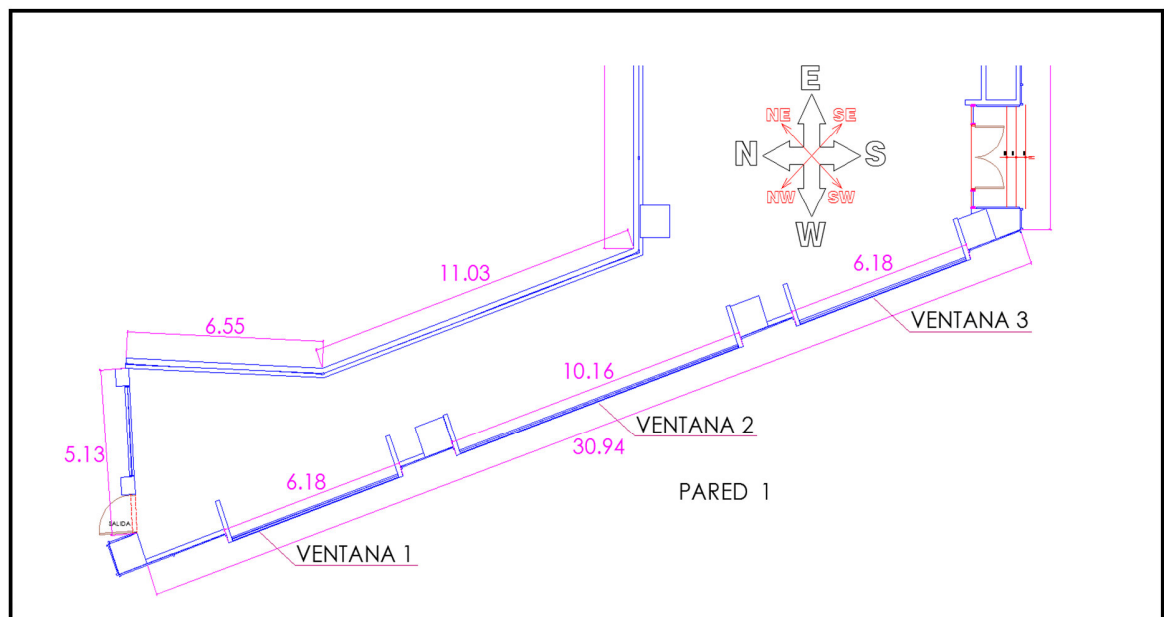


Fig. 19 vista de planta de la orientación de las ventanas del local.

Observando la Fig.19 obtenemos las coordenadas de la pared 1 SW latitud sur a las 2 pm, usando estos valores vamos a la tabla 26 y obtenemos el valor de DTCE el cual es 10.

El valor de LM se considera a partir de la tabla 28 que presenta los valores según orientación (SW) del local, latitud (12°) para el mes de marzo a las 2:00 pm

Tabla 14 Valor de LM

LATITUD	MES	SW
12° S	MARZO	-1°F

Por lo tanto el valor de LM = -1°F según la tabla 28.

Los valores de K son debido a las correcciones debido al color de la superficie, es decir para nuestro caso K=1.0 por tener superficie oscura.

Se considera el valor de $f=1.0$ (sin ventilación de cielo raso)

De la ecuación (1)

$$Q = U \times A \times DTCE_e \dots (1)$$

Calculamos el $DTCE_e$ con los datos obtenido.

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_o - 85)] \times f \dots (2)$$

$$DTCE_e = [(10 - 1) \times 1 + (78 - 71) + (87.8 - 85)] \times 1$$

$$DTCE_e = 18.8^\circ F$$

Donde:

$$U = 0.415 \text{ Btu/h} - ft^2 - ^\circ F$$

$$A = 809.55 \text{ ft}^2$$

Reemplazamos en (1)

$$Q = U \times A \times DTCE_e$$

$$Q = 0.415 \times 809.55 \times 18.8$$

$$Q_{P1} = 6316.109 \text{ Btu/h}$$

3.4.4 CARGA TERMICA GENERADA POR CONDCUCCION A TRAVES DE VIDRIOS EXTERNOS

Utilizando la ecuación

$$DTCE_e = [DTCE + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] \dots (3)$$

Hallamos el valor de DTCE de la tabla 29

$$DTCE = 13^\circ F$$

Reemplazamos los valores en la ecuación (3)

$$DTCE_e = [13 + (78 - 71) + (87.8 - 85)]$$

$$DTCE_e = 22.8^\circ F$$

Luego reemplazamos en la ecuación (1) y hallamos la caga térmica por conducción a través de la ventana de la pared 1

$$Q_{CVP1} = U \times A \times DTCE_e$$

$$Q_{CVP1} = 1.04 \times 129.71 \times 22.8$$

$$Q_{CVP1} = 3075.683 \text{ Btu/h}$$

3.4.5 CARGA TERMICA GENERADA A TRAVES DE PARDES INTERNAS

Realizando el análisis similar que el cálculo anterior se obtiene la carga térmica para la pared 10:

$$Q = U \times A \times DT \dots (4)$$

Observando la Fig. 20 se obtiene el valor del área de la pared 10

$$A = 4.90 \text{ m} \times 3.85 \text{ m} = 18.865 \text{ m}^2$$

$$A = 203.06 \text{ ft}^2$$

Determinamos el valor del coeficiente global de transferencia de calor a través de divisiones (U) de la tabla 27 se obtiene.

$$U = 0.415 \text{ Btu/h} - \text{ft}^2 - ^\circ F$$

DT = Se emplea con frecuencia una aproximación de $5^\circ F$ menos que la T_0

Reemplazando los valores en (4)

$$Q_{P10} = 0.415 \times 203.06 \times ((87.8. - 5) - 75)$$

$$Q_{P10} = 657.305 \text{ Btu/h}$$

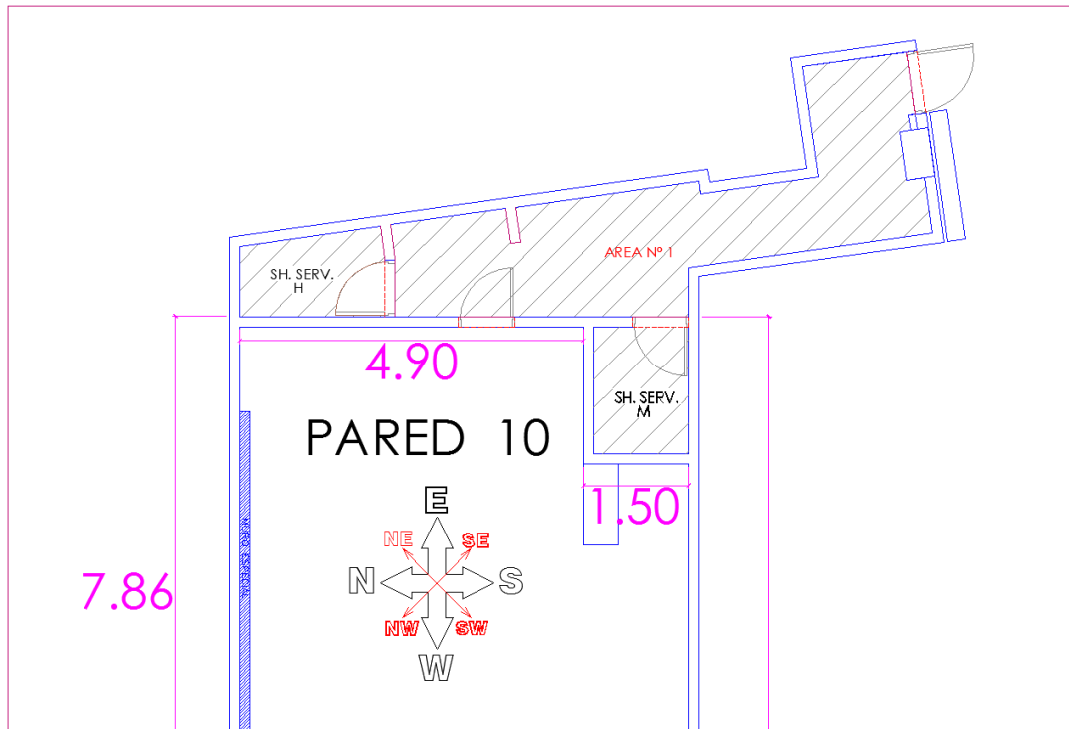


Fig. 20 Vista de planta de la pared 10.

3.4.6 CARGA TERMICA GENERADA DE LA RADIACION A TRAVES DE LOS VIDRIOS EXTERNOS.

Las ganancias de calor por radiación a través de los vidrios que se ubican hacia el exterior, se calcula según la ecuación siguiente:

$$Q = FCGS \times A \times CS \times FCE \dots (5)$$

Se determinaron los valores según el plano de vista de planta del ancho y de la altura de cada una de las ventanas y su ubicación en el caso de que sean interiores o exteriores (Fig.19)

Tabla 15 Medidas de las ventanas de la pared 1

	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA (m ²)	AREA (ft ²)	UBICACIÓN
VENTANA 1	6.18	1.95	12.05	129.71	EXTERIOR
VENTANA 2	10.16	1.95	19.81	213.23	EXTERIOR
VENTANA 3	6.18	1.95	12.05	129.71	EXTERIOR

Determinamos el factor de ganancia máxima de calor solar – **FGSC** ($Btu/h - ft^2$)

El valor de **FGCS** se obtuvo de la tabla 30 para el mes de marzo a las 2:00 pm Latitud 12° SW, cabe resaltar que las tablas que se tienen son para el hemisferio norte, es por eso que se tiene dar una orientación equivalente ver tabla 16 para obtener una selección adecuada del **FGCS**

Para nuestro caso que se encuentra en el hemisferio sur con coordenadas SW, realizamos la equivalencia con la tabla 16 y obtenemos la orientación en el hemisferio norte con coordenadas NW, con esto realizamos nuestros cálculos y vamos a la tabla 25 para obtener el valor del factor de ganancia máxima de calor solar.

Tabla 16 Equivalencias de orientación de los hemisferios

<i>Orientación en el hemisferio Sur</i>	<i>Orientación equivalente en el hemisferio Norte</i>
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

$$FCGS = 156 Btu/h - ft^2$$

Determinamos el valor del coeficiente de sombreado CS, para nuestro caso se va usar un tipo de vidrios sencillo sin sombreado interior, usando la tabla 27 se tiene:

El valor de CS = 0.94

Hallamos el valor del factor de carga de enfriamiento FCE, para nuestro análisis se tiene una construcción media de pared exterior de 4 in, con ubicación geográfica de la pared SW a las 2:00 pm , con esto vamos a la tabla 33 y obtenemos el valor de $FCE = 0.30$

Teniendo todos los valores reemplazamos en la ecuación (5)

$$Q_{VP1} = FCGS \times A_{V1} \times CS \times FCE$$

$$Q_{VP1} = 156 \times 129.71 \times 0.94 \times 0.30$$

$$Q_{VP1} = 5706.202 \text{ Btu/h}$$

3.4.7 CARGA TERMICA GENERADA A TRAVES DE LAS LUMINARIAS

La ganancia de calor generado por el alumbrado se calcula con la expresión mencionada en el cap.2

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE \dots (6)$$

La tipo de alumbrado que se tiene en el local son bombillas dicroicas, foco alpha, focos led, pantallas fluorescentes.

Para este caso hallamos la carga térmica generada a través de las bombillas dicroicas

El factor de balastra está relacionado directamente con el tipo de fluorescente es decir en nuestro caso **FB** =1.25

El factor de carga de enfriamiento para el alumbrado hace referencia al almacenamiento de parte de la ganancia de calor por alumbrado, el cual depende de cuánto tiempo esta encendido el alumbrado y trabaja el sistema de enfriamiento , en nuestro caso el sistema de enfriamiento trabaja durante las horas de ocupación por lo que se recomienda **FCE** =1

Reemplazamos los valores en la ecuación (6)

$$Q_{Bombilla} = 25 \times (3.4 \times 50 \times 1.25 \times 1)$$

$$Q_{Bombilla} = 1562.50 \text{ Btu/h}$$

Determinamos las cargas térmicas de las diferentes luminarias del local y lo colocamos en la siguiente tabla.

Tabla 17 Carga térmica de las diferentes luminarias-

TIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FACTOR DE BALASTRA (FB)	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA EL ALUMBRADO (FCE)	GANANCIA NETA DE CALOR A TRAVÉS DEL ALUMBRADO (Q)
Bombilla dicroico BLV 16502401 12V - 50 w	25	50	1.25	1.0	1562.50
Foco Alpha Light T-60 - 60w	11	60	1.25	1.0	825.00
Foco led A15 - 5w	50	5	2.25	2.0	312.50
Pantalla Fluorescente 2x36w T8 6-13 2400 LM	14	72	1.25	1.0	1260.00
TOTAL Q					3960.00
TR					0.33

3.4.8 CARGA TERMICA GENERADA A TRAVES DE LAS PERSONAS

Las ganancias de calor por las personas se dan a través de la actividad que se realice dentro del recinto, según la expresión siguiente:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \dots (7)$$

$$Q_l = q_l \times n \dots (8)$$

Las ganancias de calor sensible y latente por persona se definen de la tabla 34, para nuestro caso específico se determinaron por la actividad en el restaurant

Tabla 18 Carga a través de personas

ACTIVIDAD	APLICACIÓN	CALOR SENSIBLE q_s (Btu/h)	CALOR LATENTE q_l (Btu/h)
Sentado , comiendo	Restaurante	225	325

Se considera el factor de carga de enfriamiento $FCE = 1$, debido que el sistema de aire acondicionado se apaga por las noches.

Reemplazando en la ecuación (7) para el calor sensible:

$$Q_s = 225 \times 170 \times 1$$

$$Q_s = 38250 \text{ Btu/h}$$

Reemplazando en la ecuación (8) para el calor latente:

$$Q_l = 325 \times 170$$

$$Q_l = 55250 \text{ Btu/h}$$

Colocamos estos valores en la siguiente tabla:

Tabla 19 Ganancia de calor por persona del local

ACTIVIDAD	Nº PERSONAS	CALOR SENSIBLE q_s BTU/H	CALOR LATENTE q_l BTU/H	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO FCE	CALOR SENSIBLE (BTU/H)	CALOR LATENTE (BTU/H)
Sentado , comiendo	170	225	325	1	38250	55250
Total $Q_{PERSONA}$					38250	55250
TR					3.19	4.60

3.4.9 TRANSFERENCIA DE CALOR A TRAVES DE EQUIPOS

Determinamos la potencia de cada equipo mediante la tabla; en la figura se muestran los resultados

Tabla 20 Ganancia de calor por equipos

CALOR SENSIBLE				
Equipo	Cantidad	Potencia (W)	% que origina calor	Calor BTU/H
Computadora	6	200	0.9	3672
Tv de 21" color	5	200	0.9	3060
Impresora	2	150	0.9	918
Terma eléctrica	1	1500	0.9	4590
Lavaplatos	1	1200	0.9	3672
Horno microondas	2	1200	0.9	7344
Congeladora comercial	4	500	0.9	6120
Total $Q_{EQUIPOS}$				29376
TR				2.448

3.4.10 TRANSFERENCIA DE CALOR A LOS ALREDEDORES

Usando las siguientes formulas determinamos el factor de corrección.

$$F_c = 1 - 0.02 K \dots (a)$$

$$K = (U_w A_w + U_g A_g) / L$$

Se tiene de los cálculos anteriores los valores de U_w, U_g

$$U_w = 0.415 \text{ Btu/h} - ft^2 - ^\circ F$$

$$U_g = 1.04 \text{ Btu/h} - ft^2 - ^\circ F$$

$$K = \frac{(0.415 \times 809.49 + 1.04 \times 472.69)}{128.08}$$

$$K = 6.46$$

Reemplazamos en la ecuación (a)

$$F_c = 1 - 0.02 \times 8.66$$

$$F_c = 0.87$$

Las ganancias de calor sensible debidas a conducción, radiación solar, alumbrado, personas y equipos se debe de multiplicar por 0.87, cada una de ellas, esto indica que las cargas sufren un reducción de del 13%

3.4.11 TRANSFERENCIA DE CALOR POR INFILTRACION

La ganancia de calor por infiltración a través de ventanas y puertas que se ubican hacia el exterior, se calcula con la expresión mencionada en el capítulo 2, considerando el método de las fisuras.

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT \dots (9)$$

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W'_e - W_i) \dots (10)$$

Los CFM para esta sección se calcularon a través del método de las fisuras que pretende calcular una tasa de infiltración por pie de fisura, los valores de los CFM se muestran en la tabla 2 del capítulo 2.

Los valores de la temperatura del bulbo seco exterior e interior para el mes de marzo son:

$$T_{BS\ EXT} = 87.8\ ^\circ F$$

$$T_{BS\ INT} = 71\ ^\circ F$$

Usando la carta psicométrica determinamos la relación de humedad para las condiciones del aire exterior e interior con los valores de temperatura de bulbo seco exterior 87.8°F e interior 71°F, la humedad relativa para aire exterior 86.8% y para el aire interior de 50%.

$$W'_e = 174\ \text{g agua/lb aire seco}$$

$$W_i = 66\ \text{g agua/lb aire seco}$$

Con estos valores determinamos la ganancia calor sensible y latente por las fisuras de las ventanas y puertas, se tiene que el perímetro es 466.33 *ft*.

PARA LAS VENTANAS

Reemplazamos en la ecuación (9) y obtenemos el valor de la tasa de infiltración en la tabla 2.

Tasa de infiltración = 0.75 cfm / *ft* de fisura

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT$$

$$Q_s = 1.1 \times (0.75 \times 466.33) \times (87.8 - 71)$$

$$Q_s = 6463.33\ Btu/h$$

Reemplazamos en la ecuación (10)

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W_e' - W_i)$$

$$Q_l = 0.68 \times (0.75 \times 466.33) \times (174 - 66)$$

$$Q_l = 25685.45 \text{ Btu/h}$$

PARA LAS PUERTAS

Perímetro de la puerta = 41.32 ft

Reemplazamos en la ecuación (9) y obtenemos el valor de la tasa de infiltración en la tabla 2.

Tasa de infiltración = 1 cfm / ft de fisura

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT$$

$$Q_s = 1.1 \times (1 \times 41.32) \times (87.8 - 71)$$

$$Q_s = 763.59 \text{ Btu/h}$$

Reemplazamos en la ecuación (10)

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W_e' - W_i)$$

$$Q_l = 0.68 \times (1 \times 41.32) \times (174 - 66)$$

$$Q_l = 3034.54 \text{ Btu/h}$$

Colocamos los valores hallados en las siguientes tablas.

Tabla 21 Resultado de la ganancia de calor sensible por infiltración de ventana

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	CAMBIO DE TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR (CT)	CARGA DE CALOR SENSIBLE Q (BTU/H)
1.1	466.33	0.75	16.8	6463.33
CARGA TOTAL (Q)				6463.33
TR				0.54

Tabla 22 Resultado de la ganancia de calor latente por infiltración de ventana

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	RELACION DE HUMEDAD EXTERIOR EN INTERIOR (WE-WI)	CARGA DE CALOR LATENTE Q (BTU/H)
0.68	466.33	0.75	108	25685.45
CARGA TOTAL (Q)				25685.45
TR				2.14

Tabla 23 Resultado de la ganancia de calor sensible por infiltración de la puerta

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	CAMBIO DE TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR (CT)	CARGA DE CALOR SENSIBLE Q (BTU/H)
1.1	41.32	1	16.8	763.59
CARGA TOTAL (Q)				763.59
TR				0.064

Tabla 24 Resultado de la ganancia de calor latente por infiltración de la puerta

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	RELACION DE HUMEDAD EXTERIOR EN INTERIOR (WE-WI)	CARGA DE CALOR LATENTE Q (BTU/H)
0.68	41.32	1	108	3034.54
CARGA TOTAL (Q)				3034.54
TR				0.253

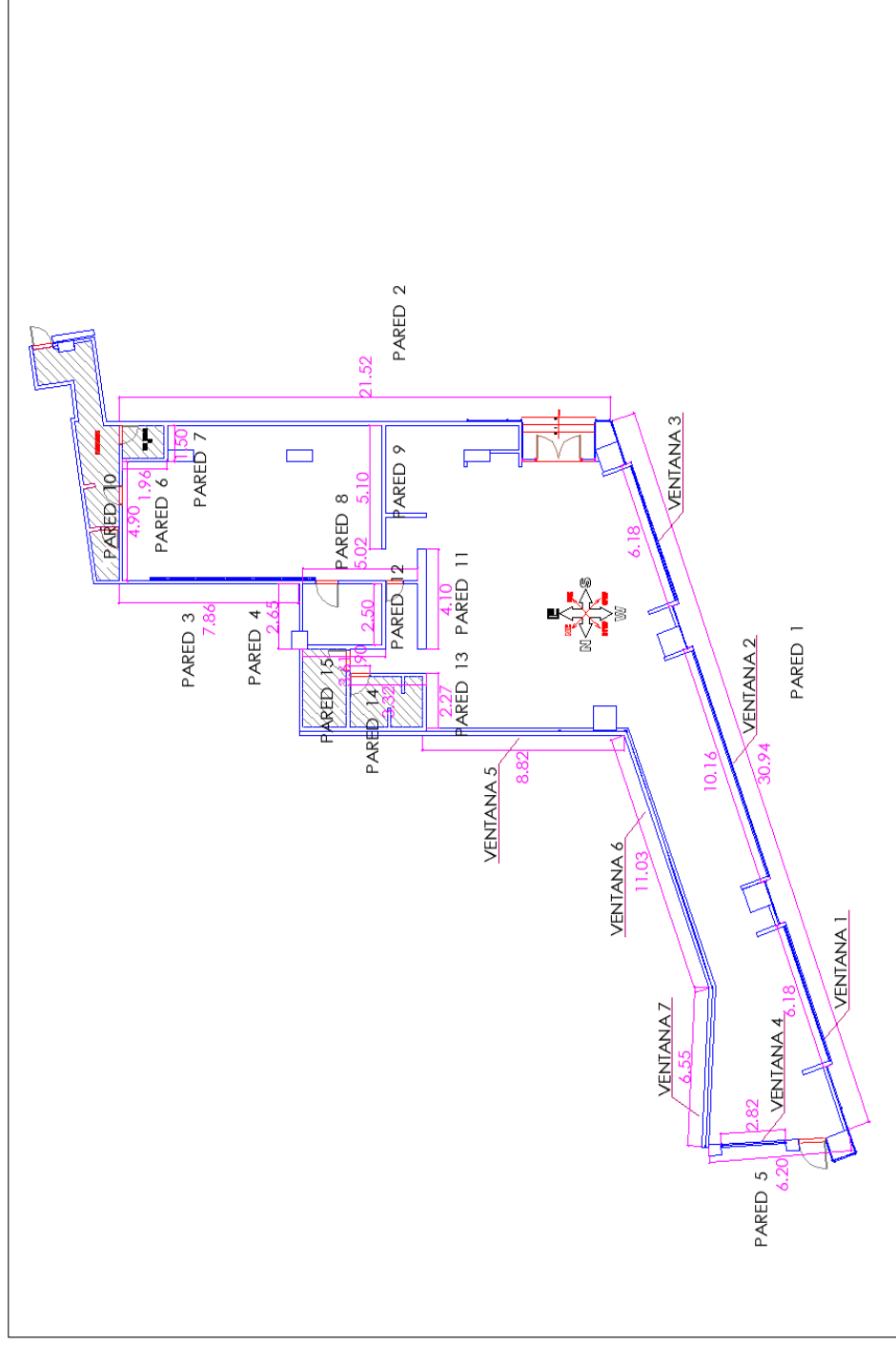


Fig.21 Vista de la enumeración de las paredes según orientación del local.

3.5 RESULTADOS

Realizamos los cálculos para las demás partes del local según orientación y longitud (Ver Fig.18) para el mes de Marzo a las 2:00 pm

3.5.1 CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN EL MES DE MARZO

1. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA POR CONDUCCION A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS

PARED , TECHO , PISO		AREA		ORIENTACIÓN N,S,E,W,NE, NW,SW,SE	DTCE _e	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U)	GANANCIA NETA DEL RECINTO POR CONDUCCION (Q)
Pared	tipo	m ²	ft ²		°F	Btu/h-ft ² -°F	Btu/h
Pared 1	Externo	75.21	809.55	SW	18.8	0.415	6316.109
Pared 2	Externo	72.95	785.23	S	15.8	0.490	6079.251
Pared 3	Externo	30.26	325.72	N	21.8	0.415	2946.789
Pared 4	Externo	10.20	109.79	E	40.8	0.415	1858.964
Pared 5	Externo	13.75	148.00	NW	21.8	0.415	1338.956
Pared 6	Interno	5.88	63.29	S	16.8	0.415	441.257
Pared 7	Interno	4.50	48.44	E	40.8	0.415	820.186
Pared 8	Interno	9.66	103.98	N	19.8	0.490	4242.384
Pared 9	Interno	15.30	164.69	E	40.8	0.415	2788.531
Pared 10	Interno	14.70	158.23	E	35.8	0.490	2775.671
Pared 11	Interno	12.30	132.39	E	40.8	0.415	2241.627
Pared 12	Interno	7.50	80.73	E	35.8	0.490	1416.166
Pared 13	Interno	6.81	73.30	E	40.8	0.415	1241.116
Pared 14	Interno	7.26	78.15	N	21.8	0.490	707.023
Pared 15	Interno	10.83	116.57	N	19.8	0.490	1130.962
Techo	Externo	288.02	3098.59	S	35.8	0.128	14198.978
Q TOTAL							50543.970
TR							4.212

2. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA POR CONDUCCION A TRAVÉS DE VIDRIOS EXTERNOS

VIDRIO		AREA		ORIENTACION N,S,E,W,NE, NW,SW,SE	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U)	DIFERENCIA DE CONDUCCION A TRAVES DE UN VIDRIO (DTCE)	DIFERENCIA DE CONDUCCION CORREGIDO ATRAVES DE UN VIDRIO (DTCE)	GANANCIA NETA POR CONDUCCION A TRAVES DE VIDRIOS (Q)
VPARED	tipo	m ²	ft ²		Btu/h-ft ² -°F	°F	°F	Btu/h
Ventana 1	Externo	12.05	129.71	SW	1.04	13.00	22.8	3075.57
Ventana 2	Externo	19.81	213.23	SW	1.04	13.00	22.8	5056.18
Ventana 3	Externo	12.05	129.71	SW	1.04	13.00	22.8	3075.57
Ventana 4	Externo	5.49	59.09	NW	1.04	13.00	22.8	1401.23
Ventana 5	Externo	33.96	365.54	N	1.04	13.00	22.8	8667.74
Ventana 6	Externo	42.46	457.04	NE	1.04	13.00	22.8	10837.23
Ventana 7	Externo	25.22	271.47	E	1.04	13.00	22.8	6437.00
Puerta	Externo	9.9	106.56	S	1.04	13.00	22.8	2526.82
Q TOTAL								41077.33
TR								3.42

3. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA POR RADIACION A TRAVÉS DE VIDRIOS

VIDRIO		AREA		ORIENTACION N,S,E,W,NE, NW,SW,SE	FACTOR DE GANANCIA MAX SOLARA ATRAVES DE VIDRIO (FGCS)	COEFICIENTE DE SOMBREADO (CS)	FACTOR DE CARGA ENFRIAMIENTO PARA EL VIDRIO (FCE)	GANANCIA NETA POR RADIACION SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS (Q)
Ventana, Puerta	tipo	m ²	ft ²		Btu/h-ft ² -°F			Btu/h
Ventana 1	Externo	12.05	129.71	SW	156	0.94	0.30	5705.99
Ventana 2	Externo	19.81	213.23	SW	156	0.94	0.30	9380.55
Ventana 3	Externo	12.05	129.71	SW	156	0.94	0.30	5705.99
Ventana 4	Externo	5.49	59.09	NW	184	0.94	0.75	7665.66
Ventana 5	Externo	33.96	365.54	N	55	0.94	0.68	12851.01
Ventana 6	Externo	42.46	457.04	NE	184	0.94	0.28	22133.69
Ventana 7	Externo	25.22	271.47	E	241	0.94	0.22	13529.53
Puerta	Externo	9.9	106.56	S	37	0.94	0.86	3187.38
Q TOTAL								80159.78
TR								6.68

4. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA A TRAVÉS DE LUMINARIAS

TIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FACTOR DE BALASTRA (FB)	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA EL ALUMBRADO (FCE)	GANANCIA NETA DE CALOR A TRAVÉS DEL ALUMBRADO (Q)
Bombilla dicroico BLV 16502401 12V – 50 w	25	50	1.25	1.0	1562.50
Foco Alpha Light T-60 - 60w	11	60	1.25	1.0	825.00
Foco led A15 – 5w	50	5	2.25	2.0	312.50
Pantalla Fluorescente 2x36w T8 6-13 2400 LM	14	72	1.25	1.0	1260.00
TOTAL Q					3960.00
TR					0.33

5. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA DEBIDO A LAS PERSONAS

ACTIVIDAD	Nº PERSONAS	CALOR SENSIBLE q _s BTU/H	CALOR LATENTE q _l BTU/H	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO FCE	CALOR SENSIBLE (BTU/H)	CALOR LATENTE (BTU/H)
Sentado , comiendo	195	225	325	1	43875	63375
Total Q_{PERSONA}					43875	63375
TR					3.656	5.28

6. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA DEBIDO A EQUIPOS

CALOR SENSIBLE				
Equipo	Cantidad	Potencia (W)	% que origina calor	Calor BTU/H
Computadora	6	200	0.9	3672
Tv de 21" color	5	200	0.9	3060
Impresora	2	150	0.9	918
Terma eléctrica	1	1500	0.9	4590
Lavaplatos	1	1200	0.9	3672
Horno microondas	2	1200	0.9	7344
Congeladora comercial	4	500	0.9	6120
Total Q EQUIPOS				29376
TR				2.448

7. TRANFERENCIA DE CALOR A LOS ALREDEDORES

FACTOR PARA CORREGIR CADA GANANCIA DE CALOR SENSIBLE DEL RECINTO						
Aw	Ag	Uw	Ug	L	K	FC
809.55	472.65	0.415	1.04	128.08	6.46	0.87

8. TRANFERENCIA DE CALOR POR INFILTRACION

Resultado de la ganancia de calor por infiltración de ventana

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	CAMBIO DE TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR (CT)	CARGA DE CALOR SENSIBLE Q (BTU/H)
1.1	466.33	0.75	16.8	6463.33
CARGA TOTAL (Q)				6463.33
TR				0.54

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	RELACION DE HUMEDAD EXTERIOR EN INTERIOR (WE-WI)	CARGA DE CALOR LATENTE Q (BTU/H)
0.68	466.33	0.75	108	25685.45
CARGA TOTAL (Q)				25685.45
TR				2.14

Resultado de la ganancia de calor por infiltración de la puerta

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT ⁹)	CAMBIO DE TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR (CT)	CARGA DE CALOR SENSIBLE Q (BTU/H)
1.1	41.32	1	16.8	763.59
CARGA TOTAL (Q)				763.59
TR				0.064

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	RELACION DE HUMEDAD EXTERIOR EN INTERIOR (WE-WI)	CARGA DE CALOR LATENTE Q (BTU/H)
0.68	41.32	1	108	3034.54
CARGA TOTAL (Q)				3034.54
TR				0.253

Resumen de carga térmica en el mes de marzo del 2015

CONDICIONES DE DISEÑO			
Fecha	Marzo	Hora	02:00 p.m.
Latitud	12° 6´ 13.4"	Longitud	77° 1´ 47"
TBS _{EXT}	87.8 °F	TBS _{INT}	71 °F
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE			
	BTU/H	TR	
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE PAREDES Y TECHOS	50543.97	4.21	
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE VIDRIOS EXTERNOS	41077.33	3.42	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE VIDRIOS	80159.78	6.68	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE LUMINARIAS	3960.00	0.33	
CARGA TERMICA DEBIDO A LAS PERSONAS	43875.00	3.65	
CARGA TERMICA DEBIDO A EQUIPOS	29376.00	2.45	
CARGA TERMICA DEBIDO A INFILTRACION	7226.92	0.60	
GANANCIA DE CALOR LATENTE			
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE PAREDES Y TECHOS	0	0	
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE VIDRIOS EXTERNOS	0	0	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE VIDRIOS	0	0	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE LUMINARIAS	0	0	
CARGA TERMICA DEBIDO A LAS PERSONAS	55250.00	4.60	
CARGA TERMICA DEBIDO A EQUIPOS	0	0	
CARGA TERMICA DEBIDO A INFILTRACION	28719.99	2.39	
Q TOTAL = Q SENSIBLE+Q LATENTE CARGA TERMICA REQUERIDA	334563.99	28.35	

Al realizar los cálculos para el mes de marzo del año 2015 se obtuvo una carga térmica de 28.35 de toneladas de refrigeración, para mantener la temperatura de confort para el recinto comercial.

3.5.2 CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN EL MES DE FEBRERO

Realizamos los cálculos para el mes de Febrero a las 2:00 pm

1. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA POR CONDUCCION A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS

PARED , TECHO , PISO		AREA		ORIENTACION N,S,E,W,NE, NW,SW,SE	DTCE _s	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U)	GANANCIA NETA DEL RECINTO POR CONDUCCION (Q)
Pared	tipo	m ²	ft ²		°F	Btu/h-ft ² -°F	Btu/h
Pared 1	Externo	75.21	809.55	SW	17.7	0.415	5946.549
Pared 2	Externo	72.95	785.23	S	16.7	0.490	6425.537
Pared 3	Externo	30.26	325.72	N	30.7	0.415	4149.836
Pared 4	Externo	10.20	109.79	E	41.7	0.415	1899.971
Pared 5	Externo	13.75	148.00	NW	30.7	0.415	1885.594
Pared 6	Interno	5.88	63.29	S	17.7	0.415	464.897
Pared 7	Interno	4.50	48.44	E	41.7	0.415	838.278
Pared 8	Interno	9.66	103.98	N	28.1	0.490	1431.701
Pared 9	Interno	15.30	164.69	E	41.7	0.415	2850.043
Pared 10	Interno	14.70	158.23	E	36.7	0.490	2845.450
Pared 11	Interno	12.30	132.39	E	41.7	0.415	2291.075
Pared 12	Interno	7.50	80.73	E	36.7	0.490	1451.767
Pared 13	Interno	6.81	73.30	E	41.7	0.415	1268.493
Pared 14	Interno	7.26	78.15	N	30.7	0.490	995.670
Pared 15	Interno	10.83	116.57	N	28.7	0.490	1639.324
Techo	Externo	288.02	3098.59	S	38.7	0.128	15349.175
Q TOTAL							51733.36
TR							4.311

2. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA POR CONDUCCION A TRAVÉS DE VIDRIOS AL EXTERIOR

VIDRIO		AREA		ORIENTACIÓN N,S,E,W,NE, NW,SW,SE	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U)	DIFERENCIA DE CONDUCCION A TRAVES DE UN VIDRIO (DTCE)	DIFERENCIA DE CONDUCCION CORREGIDO ATRAVES DE UN VIDRIO (DTCE)	GANANCIA NETA POR CONDUCCION A TRAVES DE VIDRIOS (Q)
VPARED	tipo	m ²	ft ²		Btu/h-ft ² -°F	°F	°F	Btu/h
Ventana 1	Externo	12.05	129.71	SW	1.04	13.00	23.7	3196.97
Ventana 2	Externo	19.81	213.23	SW	1.04	13.00	23.7	5255.77
Ventana 3	Externo	12.05	129.71	SW	1.04	13.00	23.7	3196.97
Ventana 4	Externo	5.49	59.09	NW	1.04	13.00	23.7	1456.55
Ventana 5	Externo	33.96	365.54	N	1.04	13.00	23.7	9009.89
Ventana 6	Externo	42.46	457.04	NE	1.04	13.00	23.7	11265.01
Ventana 7	Externo	25.22	271.47	E	1.04	13.00	23.7	6691.09
Puerta	Externo	9.9	106.56	S	1.04	13.00	23.7	2626.56
Q TOTAL								42698.81
TR								3.56

3. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA POR RADIACION A TRAVÉS DE VIDRIOS

VIDRIO		AREA		ORIENTACION N,S,E,W,NE, NW,SW,SE	FACTOR DE GANANCIA MAX SOLARA ATRAVES DE VIDRIO (FGCS)	COEFICIENTE DE SOMBREADO (CS)	FACTOR DE CARGA ENFRIAMIENTO PARA EL VIDRIO (FCE)	GANANCIA NETA POR RADIACION SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS (Q)
Ventana, Puerta	tipo	m ²	ft ²		Btu/h-ft ² -°F			Btu/h
Ventana 1	Externo	12.05	129.71	SW	114	0.94	0.30	4169.760
Ventana 2	Externo	19.81	213.23	SW	114	0.94	0.30	6855.017
Ventana 3	Externo	12.05	129.71	SW	114	0.94	0.30	4169.760
Ventana 4	Externo	5.49	59.09	NW	219	0.94	0.75	9123.798
Ventana 5	Externo	33.96	365.54	N	110	0.94	0.68	25702.017
Ventana 6	Externo	42.46	457.04	NE	219	0.94	0.28	26343.900
Ventana 7	Externo	25.22	271.47	E	239	0.94	0.22	13417.252
Puerta	Externo	9.9	106.56	S	34	0.94	0.86	2928.940
Q TOTAL								92710.44
TR								7.73

4. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA A TRAVÉS DE LUMINARIAS

TIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FACTOR DE BALASTRA (FB)	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA EL ALUMBRADO (FCE)	GANANCIA NETA DE CALOR ATRAVÉS DEL ALUMBRADO (Q)
Bombilla microico BLV 16502401 12V – 50 w	25	50	1.25	1	1562.50
Foco Alpha Light T-60 - 60w	11	60	1.25	1	825.00
Foco led A15 – 5w	50	5	2.25	2	312.50
Pantalla Fluorescente 2x36w T8 6-13 2400 LM	14	72	1.25	1	1260.00
TOTAL Q					3960.00
TR					0.33

5. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA DEBIDO A LAS PERSONAS

ACTIVIDAD	N° PERSONAS	CALOR SENSIBLE qs BTU/H	CALOR LATENTE ql BTU/H	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO FCE	CALOR SENSIBLE (BTU/H)	CALOR LATENTE (BTU/H)
Sentado , comiendo	195	225	325	1	43875	63375
Total Q_{PERSONA}					43875	63375
TR					3.656	5.28

6. CARGA DE GANANCIA TÉRMICA DEBIDO A EQUIPOS

CALOR SENSIBLE				
Equipo	Cantidad	Potencia (W)	% que origina calor	Calor BTU/H
Computadora	6	200	0.9	3672
Tv de 21" color	5	200	0.9	3060
Impresora	2	150	0.9	918
Terma eléctrica	1	1500	0.9	4590
Lavaplatos	1	1200	0.9	3672
Horno microondas	2	1200	0.9	7344
Congeladora comercial	4	500	0.9	6120
Total Q EQUIPOS				29376
TR				2.448

7. TRANFERENCIA DE CALOR A LOS ALREDEDORES

FACTOR PARA CORREGIR CADA GANANCIA DE CALOR SENSIBLE DEL RECINTO						
A _w	A _G	U _w	U _G	L	K	FC
809.55	472.65	0.415	1.04	128.08	6.46	0.87

8. TRANFERENCIA DE CALOR POR INFILTRACION

Resultado de la ganancia de calor por infiltración de ventana

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	CAMBIO DE TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR (CT)	CARGA DE CALOR SENSIBLE Q (BTU/H)
1.1	466.33	0.75	17.7	6809.58
CARGA TOTAL (Q)				6809.58
TR				0.57

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	RELACION DE HUMEDAD EXTERIOR EN INTERIOR (WE-WI)	CARGA DE CALOR LATENTE Q (BTU/H)
0.68	466.33	0.75	118	28063.74
CARGA TOTAL (Q)				28063.74
TR				2.34

Resultado de la ganancia de calor por infiltración de la puerta

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT ⁹)	CAMBIO DE TEMPERATURA DE AIRE EXTERIOR (CT)	CARGA DE CALOR SENSIBLE Q (BTU/H)
1.1	41.32	1	17.7	804.5
CARGA TOTAL (Q)				804.5
TR				0.067

COEFICIENTE	PERIMETRO (FT)	TASA DE INFILTRACION (CFM /FT)	RELACION DE HUMEDAD EXTERIOR EN INTERIOR (WE-WI)	CARGA DE CALOR LATENTE Q (BTU/H)
0.68	41.32	1	118	3315.52
CARGA TOTAL (Q)				3315.52
TR				0.28

Resumen de carga térmica en el mes de febrero del 2016

CONDICIONES DE DISEÑO			
Fecha	Febrero	Hora	02:00 p.m.
Latitud	12° 6´ 13.4"	Longitud	77° 1´ 47"
TBS _{EXT}	88.7 °F	TBS _{INT}	71 °F
GANANCIA DE CALOR SENSIBLE			
	BTU/H	TR	
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE PAREDES Y TECHOS	51733.36	4.31	
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE VIDRIOS EXTERNOS	42698.81	3.56	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE VIDRIOS	92710.44	7.73	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE LUMINARIAS	3960.00	0.33	
CARGA TERMICA DEBIDO A LAS PERSONAS	43875.00	3.65	
CARGA TERMICA DEBIDO A EQUIPOS	29376.00	2.45	
CARGA TERMICA DEBIDO A INFILTRACION	7614.08	0.63	
GANANCIA DE CALOR LATENTE			
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE PAREDES Y TECHOS	0	0	
CARGA TERMICA POR CONDUCCION A TRAVES DE VIDRIOS EXTERNOS	0	0	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE VIDRIOS	0	0	
CARGA TERMICA POR RADIACION A TRAVES DE LUMINARIAS	0	0	
CARGA TERMICA DEBIDO A LAS PERSONAS	55250.00	4.60	
CARGA TERMICA DEBIDO A EQUIPOS	0	0	
CARGA TERMICA DEBIDO A INFILTRACION	31379.26	2.61	
Q TOTAL = Q SENSIBLE+Q LATENTE CARGA TERMICA REQUERIDA	334563.99	29.87	

Al realizar los cálculos para el mes de febrero del año 2016 se obtuvo una carga térmica de 29.87 de toneladas de refrigeración, para mantener la temperatura de confort para el recinto comercial.

Realizando un cuadro comparativo de los meses de marzo y febrero.

CALCULO DE LA CARGA TERMICA DEL RESTAURANTE		
AMBIENTE	MARZO - 2015	FEBRERO -2016
RESTAURANTE	28.35 TR	29.87 TR

Después de haber realizado el cálculo de la carga térmica para los meses de marzo del año 2015 y febrero del año de 2016, se obtuvieron los resultados de 28.35 TR y 29.87 TR respectivamente.

Para este proyecto se tomara como base la carga térmica que se obtuvo en el mes de febrero del año 2016, por ser el mes más crítico y por ende obtenerse la mayor carga térmica y así obtener una temperatura de confort para los asistentes a restaurante.

CAPITULO IV

SELECCIÓN DE EQUIPOS

4.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Una vez realizado el cálculo térmico procedemos a realizar la selección de los equipos de aire acondicionado que se van a instalar en el local.

En este caso para el local se instalaran unidades Fan coil para agua helada marca TECAM.

TECAM S.A.
TECNOLOGIA AMBIENTAL



**UNIDADES FANCOIL
TEC04 FSM + TEC02 CVX/CHX/CDW**

Verificando la carga térmica obtenida en los cálculos realizados al restaurante, se obtuvo 29.87 toneladas de refrigeración equivalente a 334,563.99 Btu/h.

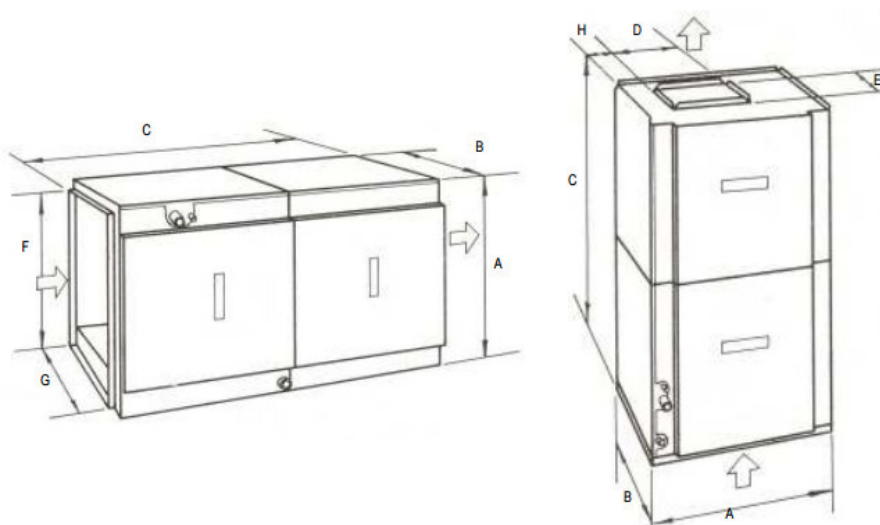
Para este proyecto se vio conveniente realizar la instalación de 7 equipos tipo Fan coil de 48 000 Btu/h de capacidad, para todo el ambiente del restaurante y así poder obtener el confort térmico para las personas asistentes al local comercial.

AMBIENTE	CARGA TERMICA	CAPACIDAD
RESTAURANTE	334,563.99 BTU/H	7 Equipos de aire AACC de 48 000 BTU/H

4.2 CARACTERISTICAS Y DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Se presenta las dimensiones de los equipos de aire acondicionado tipo Fan coil de 48 000 Btu/h.

DIMENSIONES



MODELO	DIMENSIONES (en pulgadas)							
2CVX/HXICDW	A	B	C	D	E	F	G	H
024	14.2	22.0	33.8	9.7	9.9	12.7	20.0	2.1
030	17.5	22.0	36.1	13.9	9.9	16.0	20.0	1.5
036	21.0	22.0	39.5	13.9	9.9	19.5	20.0	2.9
048	24.5	22.0	43.3	13.8	9.9	23.0	20.0	2.9
060	24.5	22.0	47.3	13.9	9.9	23.0	20.0	2.9

PRESION ESTATICA

	Pies de Columna de Agua																		
MODELO	4FSM 075				4FSM 120				4FSM 160					4FSM 220					
CFM	600	700	850	900	900	1100	1200	1300	1000	1100	1200	1300	1500	1500	1700	1900	2100	2300	2500
VEL. ALTA	0.51	0.50	0.46	0.35	0.70	0.58	0.48	0.37	-	-	0.93	0.84	0.64	-	-	1.44	1.35	1.24	1.11
VEL. MEDIA	-	-	-	-	0.66	0.54	0.42	0.27	-	0.87	0.79	0.66	-	-	1.37	1.23	1.04	0.76	-
VEL. BAJA	0.42	0.30	0.16	0.10	0.61	0.47	0.36	0.21	0.82	0.69	0.45	-	-	1.2	0.99	-	-	-	-

CAPACIDADES DE LA UNIDAD 2CDW

MODELO	CFM	GPM	45°F ENTRADA DE AGUA						45°F ENTRADA DE AGUA					
			80°F DB/67°F WB			75°F DB/63°F WB			80°F DB/67°F WB			75°F DB/63°F WB		
			ENTRADA DE AIRE			ENTRADA DE AIRE			ENTRADA DE AIRE			ENTRADA DE AIRE		
			TOTAL MBH	SENS. MBH	TEMP. SUBID.	TOTAL MBH	SENS. MBH	TEMP. SUBID.	TOTAL MBH	SENS. MBH	TEMP. SUBID.	TOTAL MBH	SENS. MBH	TEMP. SUBID.
4FSM075 / 2CDW024	750	3.5	26.39	19.76	13.2	20.11	17.36	10.1	28.79	20.68	14.4	21.93	18.05	11
		5	30.72	21.36	10.7	23.42	18.62	8.2	33.47	22.39	11.7	25.59	19.54	8.9
		6.5	33.35	22.4	9	25.48	19.42	6.9	36.33	23.53	9.8	27.76	20.33	7.5
4FSM120 / 2CDW030	1200	4	32.32	24.67	14.1	24.68	21.71	10.8	35.19	25.7	15.4	26.96	22.51	11.8
		6	38.72	27.07	11.3	29.59	23.53	8.6	42.15	28.33	12.3	32.22	24.68	9.4
		8	42.6	28.56	9.3	32.56	24.79	7.1	46.38	30.05	10.2	35.41	25.93	7.8
4FSM160 / 2CDW036	1600	5	41.02	33.09	16.1	31.39	29.24	12.3	44.77	34.34	17.6	34.11	30.26	13.4
		6.5	46.84	34.69	14.1	35.8	30.5	10.8	51.05	36.24	15.4	39.01	31.71	11.8
		8	51.02	36.01	12.5	38.95	31.44	9.6	55.6	37.75	13.6	42.43	32.86	10.4
4FSM160 / 2CDW042	1600	6	48.84	37.68	14.7	37.35	33.15	11.3	53.26	39.23	16.1	40.66	34.48	12.3
		8	55.27	39.66	12.7	42.16	34.68	9.7	60.15	41.51	13.9	45.95	36.2	10.6
		10	59.65	41.12	11.1	45.52	35.77	8.5	65.01	43.16	12.1	49.59	37.38	9.3
4FSM220 / 2CDW048	2200	7	53.44	41.71	15	40.8	36.82	11.4	58.24	43.45	16.3	44.47	38.15	12.5
		10	62.93	45.18	12.3	48.04	39.58	9.4	68.65	47.33	13.5	52.43	41.31	10.3
		13	68.85	47.43	10.4	52.63	41.31	7.9	75.07	49.78	11.3	57.32	43.25	8.6

CAPITULO V**EVALUACION ECONOMICA****5.1 COSTOS DE LOS EQUIPOS Y DE LA INSTALACION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

Para este proyecto se realizó la siguiente cotización del suministro e instalación de los equipos del sistema de aire acondicionado del restaurante.

PRESUPUESTO N° : 8493

 CLIENTE : PAPACHOS LARCO MAR
 FECHA : 25-11-15

Item	Descripción	Cant	Unidad	P.Costo	%	utilidad	P. Unitario	P. Total
1.0	EQUIPOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AGUA HELADA							
1.01	Fan coil de agua helada de 48 000 BTU/H, marca TECAM, energía 220 v-monofasico-60 hz	7.00	und	880.00	15%	132.00	1,012.00	7,084.00
1.02	Termostao de agua helada	7.00	und	85.00	15%	12.75	97.75	684.25
2.0	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AGUA HELADA							
2.01	Suministro e instalacion ductos metálicos de plancha galvanizada de 0.6mm de espesor, incluye soportes para anclaje	390.00	kg	2.20	15%	0.33	2.53	986.70
2.02	Suministro e instalacion de aislamiento térmico de lana vidrio de 1.5" con foil de aluminio, incluye sellado con cinta adhesiva de aluminio	90.00	m2	6.30	15%	0.95	7.25	652.05
2.03	Suministro e instalacion de ductos flexibles con aislamiento termico y foil de aluminio de 12", incluye sellado con cinta de aluminio	60.00	und	11.00	15%	1.65	12.65	759.00
2.04	Suministro e instalacion de difusores de aire de 04 y 03 vias con damper, fabricado en plancha galvanizada de 0.5mm de espesor, pintado con base y acabado esmalte de color a definir en obra	4,989.60	pulg2	0.14	15%	0.02	0.16	803.33
2.05	Suministro e instalacion de rejillas de retorno de 01 via, fabricado en plancha galvanizada de 0.5mm de espesor, pintado con base y acabado esmalte de color a definir en obra	4,435.20	pulg2	0.12	15%	0.02	0.14	612.06
2.06	Suministro e instalacion de filtro sintético para equipo de aire acondicionado, fabricado en marco galvanizado de 2" de espesor	8.00	u	25.00	15%	3.75	28.75	230.00
2.07	Suministro e instalacion de bandeja condensado adicional para equipos fan coil, fabricada en plancha galvanizada con uniones engrapadas y selladas	8.00	u	25.00	15%	3.75	28.75	230.00
2.08	Instalación de sistema de aire acondicionado para agua fria ; comprende suministro e instalacion de tuberías fierro cedula 40, menores a 2" de fierro galvanizado y mayores a 2.5" de fierro negro, suministro e instalacion de aislamiento térmico armaflex, suministro e instalacion de valvula de 02 vias a 220V-monofasico-60Hz, suministro e instalacion de valvulas tipo bola en cada evaporador, instalación de termostatos, conexión de drenaje a 1.0mt del equipo, conexión eléctrica a 1.0mt del equipo, prueba de presion hidraulica hasta 120 PSI, pruebas de funcionamiento.	1.00	global	7,198.00	15%	1,079.70	8,277.70	8,277.70
2.09	Transporte de Equipos	1.00	global	300.00	20%	60.00	360.00	364.50
2.1	Supervision de Ingenieria	1.00	global	400.00	20%	80.00	480.00	632.00
Sub Total								21,315.58
IGV 18%								3,836.80
Total US\$								25,152.39

5.2 METRADO Y COSTOS DE LAS TUBERÍAS DE AGUA HELADA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Se detalla el metrado que se realizó a las tuberías de fierro de agua helada, para los equipos tipo Fan coil del sistema de aire acondicionado que se implementara en el restaurante.

	INSTALACION DE TUBERIAS DE AGUA HELADA	Cant	Unidad	P. U.	P. Total
1	Anclaje de equipos	7.00	u	40.00	280.00
2	Tuberías de agua helada 1/2", instalada		u	9.00	0.00
3	Tuberías de agua helada 3/4", instalada		m	9.00	0.00
4	Tuberías de agua helada 1", instalada	88.00	m	11.00	968.00
5	Tuberías de agua helada 1 1/4", instalada		m	13.00	0.00
6	Tuberías de agua helada 1 1/2", instalada	16.00	m	15.00	240.00
7	Tuberías de agua helada 2", instalada	16.00	m	17.00	272.00
8	Tuberías de agua helada 2 1/2", instalada	76.00	u	19.00	1,444.00
9	Tuberías de agua helada 3", instalada		u	25.00	0.00
10	Aislamiento de tubería 1/2"		m	6.50	0.00
11	Aislamiento de tubería 3/4"		m	6.00	0.00
12	Aislamiento de tubería 1"	88.00	m	7.00	616.00
13	Aislamiento de tubería 1 1/4"		m	4.00	0.00
14	Aislamiento de tubería 1 1/2"	16.00	m	4.00	64.00
15	Aislamiento de tubería 2"	16.00	m	10.00	160.00
16	Aislamiento de tubería 2 1/2"	76.00	m	12.00	912.00
17	Aislamiento de tubería 3"		m	15.00	0.00
18	Conexiones de bronce		U	45.00	0.00
19	Valvula electronica de 02 vías, de 1/2"		m	95.00	0.00
20	Valvula electronica de 02 vías, de 3/4"		m	85.00	0.00
21	Valvula electronica de 02 vías, de 1"	7.00	m	105.00	735.00
22	Valvulas de paso 1/2"		u	12.00	0.00
23	Valvulas de paso 3/4"		u	12.00	0.00
24	Valvulas de paso 1"	14.00	u	30.00	420.00
25	Valvulas de paso 1 1/4"		u	33.00	0.00
26	Cableado a termostato	80.00	mt	2.50	200.00
27	Valvulas de corte de agua manual	7.00	mt	10.00	70.00
28	Conexión de drenaje	7.00	mt	10.00	70.00
29	Otros	1.00	global	500.00	500.00
				Total	6,951.00

5.3 METRADO DE LOS DUCTOS METÁLICOS, REJILLAS Y DIFUSORES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

A continuación se detalla el metrado de los ductos metálicos de plancha galvanizada, rejillas de retorno, difusores de cuatro vías y mangas flexibles que se realizó para la implementación del sistema de aire acondicionado del restaurante ubicado en el centro comercial.

CONCLUSIONES

- ✓ Para obtener la temperatura máxima exterior de bulbo seco se requirió hacer un análisis estadístico de las temperaturas en diferentes años y se tuvo que agregar un factor de corrección tanto para el día como para el mes en donde se obtuvo la máxima temperatura.
- ✓ Para realizar nuestros cálculos de la carga térmica de este proyecto se tuvo que realizar una equivalencia de orientación de los hemisferios ya que las tablas utilizadas eran consideradas para el hemisferio norte y en nuestro caso el proyecto está en la orientación del hemisferio sur.
- ✓ Para realizar el cálculo de la carga térmica del restaurante se requiere tener los valores de su latitud y longitud mediante su ubicación geográfica, para poder utilizar las tablas existentes y así obtener el calor sensible por conducción y radiación a través de paredes, techos, pisos y ventanas.
- ✓ Para realizar un buen análisis de la carga térmica del aire acondicionado se debe tener en cuenta el tipo de material de construcción mediante los planos del proyecto, ubicación del local y tener una temperatura extrema para poder realizar los cálculos mediante las normas establecidas por ASRAHE.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se requiere que se determine un buen análisis de los planos de arquitectura del proyecto, antes de realizar el cálculo térmico, para poder obtener un ambiente climatizado para el confort de los usuarios.
- ✓ Se sugiere realizar la verificación de las temperaturas de la zona, en diferentes años en los meses más calurosos, para calcular la carga térmica del sistema de aire acondicionado y obtener así una temperatura de confort en el diseño.
- ✓ Se sugiere realizar un mantenimiento preventivo trimestralmente de los equipos de aire acondicionado que se instalaran, mediante el cálculo de carga térmico realizado al local.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ EDWARD G. PITA, acondicionamiento de aire acondicionado, principios y sistemas, segunda edición, año 2000.
- ✓ CARRIER, manual de acondicionamiento de aire, Air conditioning system desing, 5^{ta} edición, año 1980.
- ✓ ASRAHE, handbook fundamentals, año 2009.
- ✓ MANUAL AZAHUANCHE ASMAT, sistema de aire acondicionado.
- ✓ <http://nergiza.com/radiación-conducción-y-convección-tres-formas-de-transferencia-de-calor>.

ANEXOS

Tabla 25 Diferencia de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE)
para calcular cargas debido a techos planos, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Pese, lb/ft²	Valor de U, BTU/h Ft²·°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 26 Diferencia de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debido a paredes al sol, 1°F

	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
Latitud norte, orientación de pared	Paredes grupo A																												
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14		2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20		22	15	20	5	
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25		22	18	25	7	
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	24	24	24	24	24	24		22	18	24	6	
S	20	20	19	18	18	17	16	16	15	15	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20		23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25		24	17	25	8
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26		1	18	27	9
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	16	17	18	19	20	21		1	14	21	7	
Paredes grupo B																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15		24	8	15	7
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20		21	12	21	9
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24		20	15	27	12
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24		21	14	26	12
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21		23	11	22	11
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28		24	13	28	15
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30		24	14	30	16
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23		24	11	23	12
Paredes grupo C																													
N	15	14	13	12	11	10	9	8	7	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16		22	7	17	10
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	23	23	23	23	22	21	20	20		20	10	23	13
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24		18	12	30	18
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24		19	12	29	17
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22		20	9	26	17
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31		22	11	33	22
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33		22	12	35	23
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26		22	10	27	17
Paredes grupo D																													
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	16		21	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18		19	7	25	18
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22		16	8	33	25
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22		17	8	32	24
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22		19	6	29	23
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31		21	8	38	30
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34		21	9	41	32
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27		22	7	32	25
Paredes grupo E																													
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14		20	3	22	19
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15		16	4	26	22
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17		13	5	38	33
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17		15	5	37	32
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17		17	3	34	31
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26		19	5	45	40
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29		20	6	49	43
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24		20	5	38	33
Paredes grupo F																													
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11		19	1	24	23
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11		11	1	30	29
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12		12	2	45	43
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12		13	2	43	41
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12		16	1	39	38
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18		18	2	53	51
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21		19	3	60	57
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18		19	2	46	44
Paredes grupo G																													
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5		18	-1	26	27
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5		9	-1	29	40
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6		10	-1	55	56
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6		11	-1	51	52
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5		14	-1	46	47
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8		16	0	63	63
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8		17	1	72	71
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7		18	0	55	55

Tabla 27 Descripción de grupos de construcción de paredes

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h-ft ² -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² -°F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
C	Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
D	Ladrillo común de 4 in.	90	0.415	18.4
C	Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
B	Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
B	Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
A	Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
C	Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
B	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
A	Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
E	Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
D	Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
D	Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
C	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
B	Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
D	Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
D	Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
C	Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
C	Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
B	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
A	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
E	Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
D	Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
C	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
C	Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
B	concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
A	Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
E	Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
A	Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
F	Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
E	Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
E	Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
D	Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
F	Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
F	Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
E	Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
D	Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
D	Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
C	Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
B	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (cortina metálica)				
G	Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
G	Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 28 Corrección de la DTCE por latitud y mes (LM), para aplicar a paredes y techos, latitudes Norte, °F

Latitud	Mes	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 29 corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, latitudes norte, °F

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals*, ASHRAE Handbook Product Directory.

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

TABLA 30 Radiación solar a través de vidrio factores de ganancias máxima de calor solar para vidrio Btu/h – ft², latitudes norte

0 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

16 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

8 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

24 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 31 Radiación solar a través de vidrio factores de ganancias máxima de calor solar para vidrio Btu/h – ft², latitudes norte.

32 Grados											
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR	
En.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176	
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217	
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252	
Abr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271	
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277	
Jun.	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276	
Jul.	40	111	167	204	215	194	150	96	72	273	
Agos.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265	
Sept.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244	
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213	
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175	
Dic.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158	

48 Grados											
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR	
En.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85	
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138	
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188	
Abr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226	
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247	
Jun.	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252	
Jul.	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244	
Agos.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223	
Sept.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182	
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136	
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85	
Dic.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65	

40 Grados											
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR	
En.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133	
Feb.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180	
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223	
Abr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252	
May	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265	
Jun.	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267	
Jul.	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262	
Agos.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247	
Sept.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215	
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177	
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132	
Dic.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113	

56 Grados											
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR	
En.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40	
Feb.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91	
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149	
Abr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195	
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222	
Jun.	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231	
Jul.	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221	
Agos.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193	
Sept.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144	
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91	
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40	
Dic.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23	

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 32 Coeficiente de sombreado para vidrios con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.

	Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior		Tipo de sombreado interior				
						Persianas venecianas		Persianas enrollables		
						Medio	Claro	Opacas		Translúcidas
				$h_o = 4.0$				Oscuro	Claro	Claro
VIDRIO SENCILLO	Sencillo									
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00						
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94						
	Claro	3/8	0.72	0.90		0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Claro	1/2	0.67	0.87						
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83						
	Absorbente de calor, con figuras ^c	1/8	0.83	0.83						
	Absorbente de calor ^c	3/16 a 1/4	0.46	0.69						
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69		0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69						
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60		0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Absorbente de calor ^c	3/8	0.34	0.60						
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.53		0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Vidrio recubierto reflector	1/2	0.24			0.25	0.23			
VIDRIO AISLANTE	Doble ^d									
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71*	0.88		0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro adentro	1/4	0.61*	0.81						
	Claro afuera									
	Claro adentro	1/4	0.36*	0.55						
	Absorbente de calor afuera									
	Claro adentro			0.20		0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Vidrio recubierto reflector			0.30		0.19	0.18			
				0.40		0.27	0.26			
						0.34	0.33			
	Triple									
	Claro	1/4		0.71						
	Claro	1/8		0.80						

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 33 Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior (incluye vidrio reflector y absorbente de calor).

Latitud norte. Ventana Construcción hacia él recinto		Hora solar, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.70	0.65	0.65	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.80	0.92	0.27	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.88	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.75	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.85	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.39	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.36	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.25	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
S	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.58	0.75	0.84	0.82	0.71	0.53	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.59	0.75	0.82	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.22	0.38	0.59	0.76	0.84	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.30	0.53	0.72	0.83	0.83	0.63	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.31	0.54	0.71	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.52	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05
HORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.26	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.15	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.85	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06

L = Construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.
M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.
H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.
Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 34 Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado.

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino						Calor sensible			Calor latente		
		Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo ligero	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
trabajo con máquinas pesadas	Bolche	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

^a Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el bolche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h) Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory*.

Fuente: Acondicionamiento de aire - Edward C. Pita

Tabla 35 Correcciones en las temperaturas del proyecto en función de la hora considerada

INTERVALO DE VARIACIÓN DIARIA DE TEMPERATURA (EN LAS 24 HORAS)* (°C)	TEMPERATURA SECA O HÚMEDA	HORA SOLAR									
		8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
5	Seca	- 4,7	- 3,5	- 2,8	- 0,5	0	- 0,5	- 1,1	- 2,7	- 4,2	- 9,0
	Húmeda	- 1,0	- 1,1	- 0,5	0	0	0	- 0,5	- 0,5	- 1,0	- 1,0
7*5	Seca	- 6,2	- 4,7	- 2,8	- 0,5	0	- 0,5	- 1,1	- 3,2	- 5,2	- 7,2
	Húmeda	- 1,5	- 1,1	- 0,5	0	0	0	- 0,5	- 0,5	- 1,5	- 1,9
10	Seca	- 7,4	- 5,2	- 2,8	- 0,5	0	- 0,5	- 1,5	- 3,8	- 6,0	- 8,5
	Húmeda	- 2,0	- 1,4	- 0,5	0	0	0	- 0,5	- 0,9	- 1,7	- 2,2
12*5	Seca	- 8,4	- 5,5	- 2,8	- 0,5	0	- 0,5	- 1,7	- 4,1	- 6,5	- 9,5
	Húmeda	- 2,2	- 1,6	- 0,5	0	0	0	- 0,5	- 1,1	- 1,7	- 2,5
15	Seca	- 9,4	- 6,5	- 3,0	- 0,5	0	- 0,5	- 1,9	- 4,8	- 7,7	- 10,5
	Húmeda	- 2,4	- 1,6	- 0,5	0	0	0	- 0,5	- 1,3	- 1,8	- 3,0
17*5	Seca	- 10,5	- 7,0	- 3,5	- 0,5	0	- 0,5	- 2,6	- 5,9	- 8,8	- 12,2
	Húmeda	- 2,9	- 1,8	- 0,7	0	0	0	- 0,5	- 1,7	- 2,4	- 3,5
20	Seca	- 12,0	- 8,0	- 4,1	- 0,5	0	- 0,5	- 3,4	- 7,5	- 10,3	- 13,8
	Húmeda	- 3,5	- 2,2	- 1,1	0	0	0	- 0,7	- 1,7	- 2,9	- 4,0
22*5	Seca	- 13,5	- 9,0	- 4,5	- 0,5	0	- 0,5	- 3,9	- 8,0	- 11,7	- 15,5
	Húmeda	- 3,9	- 2,3	- 1,1	0	0	0	- 1,1	- 2,2	- 3,4	- 4,7
25	Seca	- 14,5	- 9,5	- 4,5	- 1,1	0	- 1,1	- 4,5	- 8,9	- 13,3	- 17,2
	Húmeda	- 3,9	- 2,8	- 1,1	0	0	- 0,5	- 1,1	- 2,2	- 4,5	- 5,5

* La oscilación diaria de la temperatura seca es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja durante un periodo de 24 horas de un día de proyecto. (Ver Tabla 1 para el valor de oscilación diaria para una ciudad particular).

Ecuación : Temperatura de ambiente exterior de proyecto a la hora que se considera = Temperatura de proyecto de la Tabla 1 + factor de corrección de la Tabla 2.

Fuente: Carrier, Manual de acondicionamiento de aire

Tabla 36 Correcciones en las temperaturas del proyecto en función de la mes considerada.

INTERVALO DE VARIACIÓN ANUAL DE TEMPERATURA (°C)*	TEMPERATURA SECA O HÚMEDA (°C)	MES									
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	
65	Seca	-19,0	-12,0	- 6,1	- 2,5	0	0	- 4,9	-12,2	-22,0	
	Húmeda	-11,1	- 5,5	- 2,8	- 1,1	0	0	- 2,0	- 5,9	-13,0	
60	Seca	-16,5	-11,0	- 6,1	- 2,1	0	0	- 3,6	- 9,3	-16,5	
	Húmeda	- 8,3	- 5,5	- 2,8	- 1,1	0	0	- 1,7	- 4,4	- 8,9	
55	Seca	-16,0	-10,5	- 6,0	- 1,8	0	0	- 3,6	- 9,0	-15,0	
	Húmeda	- 7,8	- 5,5	- 2,8	- 1,1	0	0	- 1,7	- 4,4	- 7,8	
50	Seca	-16,0	-10,5	- 5,0	- 1,8	0	0	- 3,6	- 9,0	-14,5	
	Húmeda	- 7,8	- 5,5	- 2,8	- 1,1	0	0	- 1,7	- 4,4	- 7,8	
45	Seca	-14,0	- 9,2	- 4,5	- 1,8	0	0	- 3,6	- 6,9	-11,5	
	Húmeda	- 7,3	- 5,1	- 2,8	- 1,1	0	0	- 1,1	- 3,4	- 6,4	
40	Seca	- 7,8	- 5,5	- 2,5	- 0,5	0	0	- 2,5	- 4,1	- 8,2	
	Húmeda	- 3,9	- 2,7	- 2,3	0	0	0	- 0,5	- 2,3	- 3,9	
35	Seca	- 5,5	- 4,0	- 1,7	- 0,5	0	0	- 1,1	- 3,0	- 6,2	
	Húmeda	- 2,4	- 1,8	- 1,1	0	0	0	- 0,5	- 1,9	- 3,0	
30	Seca	- 3,7	- 2,8	- 1,7	- 0,5	0	0	- 1,1	- 2,5	- 4,5	
	Húmeda	- 1,9	- 1,2	- 0,8	0	0	0	- 0,5	- 1,4	- 2,4	
25	Seca	- 1,5	- 1,1	- 1,0	- 0,5	0	0	- 1,1	- 1,9	- 3,2	
	Húmeda	- 1,3	- 1,0	- 0,4	0	0	0	- 0,5	- 1,0	- 1,2	

* La oscilación anual de temperaturas es la diferencia entre temperaturas secas de proyecto normales en invierno y verano (Tabla 1).

Ecuación : Temperatura de ambiente exterior de proyecto = Temperatura del ambiente exterior de la Tabla 1 + correcciones de la Tabla 3.

Fuente: Carrier, Manual de acondicionamiento de aire

Tabla 37 Condiciones de proyecto recomendadas para ambientes interiores- invierno y verano

TIPO DE APLICACIÓN	VERANO					INVIERNO				
	DE LUJO		PRÁCTICA COMERCIAL			CON HUMECTACIÓN			SIN HUMECTACIÓN	
	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Variación de temperatura (°C) **	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Variación de *** temperatura (°C)	Temperatura seca (°C)	Variación de temperatura (°C) ***
CONFORT GENERAL Apartamento, Chalet hotel, Oficina, Colegio, Hospital, etc.	23-24	50-45	25-26	50-45	1 a 2	23-24	35-30	- 1,5 a - 2	24-25	- 2
TIENDAS COMERCIALES (Ocupación de corta duración) Bancos, Barbero y peluquería, Grandes almacenes, Supermercados, etc.	24-26	50-45	26-27	50-45	1 a 2	22-23	35-30 ****	- 1,5 a - 2	23-24	- 2
APLICACIONES DE BAJO FACTOR DE CALOR SENSIBLE (Carga latente elevada) Auditorio, Iglesia, Bar, Restaurante, Cocina, etc.	24-26	55-50	26-27	60-50	0,5 a 1	22-23	40-35	- 1 a - 2	23-24	- 2
CONFORT INDUSTRIAL Secciones de montaje, Salas de máquinas, etc.	25-27	55-45	26-29	60-50	2 a 3	20-22	35-30	- 2 a - 3	21-23	- 3

* La temperatura seca de proyecto para el ambiente interior debería ser reducida cuando hay paneles radiantes calientes, adyacentes a los ocupantes, e incrementada cuando aquéllos son fríos, a fin de compensar el incremento o disminución con el calor radiante intercambiado desde el cuerpo. Un panel frío o caliente puede ser un cristal sin sombras o muros exteriores acristalados (calientes en verano, fríos en invierno), o tabiques delgados con espacios adyacentes calientes o fríos. Un suelo directamente sobre tierra y muros por debajo del nivel del suelo son paneles fríos durante el invierno y con frecuencia también durante el verano. Tanques calientes, hogares y máquinas son paneles calientes.

** La variación de temperatura es por encima de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en verano.

*** La variación de temperatura es por debajo de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en invierno (sin luces, ocupantes o aportaciones solares).

**** La humectación durante el invierno se recomienda para tiendas de confección, para conservar la calidad del género.

Fuente: Carrier, Manual de acondicionamiento de aire

Tabla 38 Potencias de equipos de oficina y comedor.

Artefacto eléctrico que utiliza normalmente	Potencia		Cantidad de Focos Equivalente
	(Watts)	(kilowatts)	
Cocina eléctrica de 4 hornilla	4 500	4,50	45
Calentador de agua (terma eléctrica)	1 500	1,50	15
Horno Eléctrico	1 200	1,20	12
Lavaplatos	1 200	1,20	12
Horno Microondas	1 200	1,20	12
Cafetera	600	0,60	6
Congeladora comercial	500	0,50	5
Campana extractora de aire	300	0,30	3
Licuada	300	0,30	3
Computadora (cpu y monitor)	200	0,20	2
TV de 21 pulgadas color	200	0,20	2
Impresora	150	0,15	1 1/2

Fuente: Carrier, Manual de acondicionamiento de aire

Tabla 39 Descripción de grupos de ventanas.

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4"	0.59	0.61	0.49	vidrio aislante — doble espacio de aire de 1/4"	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2"	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2"	0.59	0.49	0.56
recubrimiento de baja emisión ^a e = 0.20	0.32	0.38	0.32	recubrimiento de baja emisión ^a e = 0.20	0.49	0.38	0.39
e = 0.40	0.39	0.45	0.38	e = 0.40	0.42	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante - triple ^a Espacio de aire de 1/4"	0.39	0.44	0.38	Tragaluz ^a 11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2"	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
ventanas dobles espacio de aire de 1" a 4"	0.50	0.50	0.44	Domos de plástico ^c de pared sencilla de pared doble	1.15	0.80	--
Lámina de plástico sencilla					0.70	0.46	--
1/8" espesor	1.06	0.98	--	Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/4" espesor	0.95	0.89	--				
1/2" espesor	0.81	0.76	--	Descripción	Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles
unidad aislante - doble espacio de aire de 1/4"	0.55	0.56	--	Ventanas Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
espacio de aire de 1/2"	0.43	0.45	--	Marco de madera - 60% vidrio	0.90	0.95	0.90
Tragaluz ^a				Marco de madera - 60% vidrio	0.80	0.85	0.80
6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46	Marco de metal - 80% vidrio	1.00	1.20 ^d	1.20 ^d
8 x 8 x 4 in espesor	0.56	0.54	0.44	Ventanas y puertas corredizas de vidrio	0.95	1.00	--
— con divisor del hueco	0.49	0.46	0.38	Marco de madera	1.00	1.10 ^d	--
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41				
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36				
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

^a vidrio de 1/8"
^a vidrio de 1/4"
^a recubrimiento en ambas superficies del vidrio que dan al espacio de aire
^a diseño de la ventana: vidrio de 1/4" - vidrio de 1/8" - vidrio de 1/4"
^a dimensiones nominales
^a basados en la superficie de la abertura
^a con aislamiento térmico

Fuente: Carrier, Manual de acondicionamiento de aire

Tabla 40 Descripción de grupo de puertas.

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
TECHO - CIELO RASO (techo inclinado, marco de madera, cielo terminado en largueros) Sin aislamiento Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.28 .06	.29 .05
TECHO-TAPANCO-CIELO RASO (tapanco con ventilación natural) Sin aislamiento Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.15 .04	.29 .05
PISOS		
Piso sobre espacio no acondicionado, sin cielo raso Marco de madera: Sin aislamiento Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in) Cubierta de concreto: Sin aislamiento Aislamiento R-7	.33 .08 .58 .10	.27 .08 .43 .09
PUERTAS		
Madera maciza: de 1 in de espesor de 1 1/2 in de espesor de 2 in de espesor Acero: de 1 1/2 in de espesor con relleno de lana mineral de 1 1/2 in de espesor con relleno de poliestireno de 1 1/2 in de espesor con relleno de espuma de uretano	.61 .47 .42 .58 .48 .39	.64 .49 .43 .58 .47 .40

Fuente: Carrier, Manual de acondicionamiento de aire